



TUGAS AKHIR – SS141501

**PENGENDALIAN DAN PENINGKATAN KUALITAS
PRODUK DEO GO! POTATO MENGGUNAKAN
METODE *SIX SIGMA* DI PT. SIANTAR TOP, TBK**

**LULUK MUKARROMAH
NRP 1313 100 070**

**Dosen Pembimbing
Drs. Haryono, MSIE
Diaz Fitra Aksioma, M.Si**

**PROGRAM STUDI SARJANA
DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017**



TUGAS AKHIR – SS141501

**PENGENDALIAN DAN PENINGKATAN KUALITAS
PRODUK DEO GO! POTATO MENGGUNAKAN
METODE *SIX SIGMA* DI PT. SIANTAR TOP, TBK**

**LULUK MUKARROMAH
NRP 1313 100 070**

**Dosen Pembimbing
Drs. Haryono, MSIE
Diaz Fitra Aksioma, M.Si**

**PROGRAM STUDI SARJANA
DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017**



FINAL PROJECT – SS141501

**QUALITY CONTROL AND IMPROVEMENT FOR
DEO GO! POTATO BY USING SIX SIGMA METHOD
AT PT. SIANTAR TOP, TBK**

**LULUK MUKARROMAH
NRP 1313 100 070**

**Supervisor
Drs. Haryono, MSIE
Diaz Fitra Aksioma, M.Si**

**UNDERGRADUATE PROGRAM
DEPARTMENT OF STATISTICS
FACULTY OF MATHEMATICS AND NATURAL SCIENCES
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017**

LEMBAR PENGESAHAN

PENGENDALIAN DAN PENINGKATAN KUALITAS PRODUK DEO GO! POTATO MENGGUNAKAN METODE SIX SIGMA DI PT. SIANTAR TOP, TBK

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains
pada
Program Studi Sarjana Departemen Statistika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Luluk Mukarromah
NRP. 1313 100 070

Disetujui oleh Pembimbing:

Drs. Haryono, MSIE

NIP. 19520919 197901 1 001

Diaz Fitra Aksioma, M.Si

NIP. 19870602 201212 2 002


()

Mengetahui,
Kepala Departemen



Dr. Suhartono

NIP. 19710929 199512 1 001

SURABAYA, JULI 2017

(halaman ini sengaja dikosongkan)

PENGENDALIAN DAN PENINGKATAN KUALITAS PRODUK DEO GO! POTATO MENGGUNAKAN METODE SIX SIGMA DI PT. SIANTAR TOP, TBK

Nama : Luluk Mukarromah
NRP : 1313100070
Departemen : Statistika
Dosen Pembimbing 1 : Drs. Haryono, MSIE
Dosen Pembimbing 2 : Diaz Fitra Aksioma, M.Si

Abstrak

Salah satu produk unggulan PT. Siantar Top, Tbk pada kategori biskuit adalah Deo Go! Potato. Terdapat empat karakteristik kualitas yang sangat penting untuk dikendalikan supaya hasil produksi biskuit sesuai standar yang ditetapkan di Work Order (WO) perusahaan yaitu berat, diameter horizontal, diameter vertikal, dan ketebalan. Ukuran standar per 5 pcs biskuit untuk berat antara 9,5-10,5 gram, diameter antara 54-56 mm, dan tebal antara 5,5-6,5 mm. Perusahaan mempunyai target hasil proses produksi yang defect sebesar 1% per bulan. Pada proses produksi selama bulan Februari sampai Maret 2017 menghasilkan defect sebesar 5,45%, sehingga terdapat gap sebesar 3,45%. Pendekatan Six Sigma dapat digunakan untuk mengurangi persentase cacat dalam produksi. Penerapan Six Sigma diawali dari fase define, yaitu membuat goal statement, diagram SIPOC, dan histogram. Histogram menunjukkan bahwa proses produksi menghasilkan produk yang tidak sesuai spesifikasi. Pada fase measure menghitung jumlah cacat (defect) untuk mengetahui nilai DPMO dan tingkat sigma. Nilai tingkat sigma proses produksi saat ini sebesar 3,71 sigma. Selain itu, hasil Gauge R&R tipe 1 menunjukkan bahwa alat ukur yang digunakan sudah baik. Sementara itu, pada fase analyze menunjukkan bahwa rata-rata proses tidak terkendali secara statistik. Jenis defect terbanyak yaitu tebal dan diameter

horizontal tidak standar. Dari tabel FMEA diketahui penyebabpotensial karena setting temperatur oven tidak tepat dan varian pemberian air saat proses mixing adonan, sehingga diberikan beberapa rekomendasi pada pihak perusahaan untuk perbaikan proses produksi.

Kata kunci: Deo Go! Potato, DMAIC, Six Sigma

QUALITY CONTROL AND IMPROVEMENT FOR DEO GO! POTATO BY USING SIX SIGMA METHOD AT PT. SIANTAR TOP, TBK

Name : Luluk Mukarromah
Student Number : 1313100070
Department : Statistics
Supervisor : Drs. Haryono, MSIE
Co Supervisor : Diaz Fitra Aksioma, M.Si

Abstract

One of the best products at PT. Siantar Top, Tbk for biscuit category is Deo Go! Potato. There are 4 important characteristics of quality to be controlled so that the biscuit production according to standard set in Work Order, that is weight, horizontal diameter, vertical diameter, and thickness. Standard size per 5 pcs biscuit for weight between 9,5-10,5 gram, horizontal and vertical diameter between 54-56 mm, and thickness between 5,5-6,5 mm. Company has target defects in production process as big as 1% per month. Defects are produced during February to March 2017 as big as 5,45%, it have gap of 3,45%. Six Sigma approach can be used to reduce the percentage of defects in production. The implementation of Six Sigma is begun with define phase, which is creating goal statement, SIPOC diagram, and histogram. Histograms show that the production process produces products that dont meet specifications. In the measure phase will calculate the number of defects to know DPMO and sigma level. Sigma level of the current production process is 3,71 sigma. After that, outputs of Gauge R&R type I show that measurement tools are used working well. Meanwhile, in the analyze phase shows that the process average is not controlled statistically. The most defect types are non standard of thickness and horizontal diameter. The potential cause from

FMEA table is unstable oven temperature and amount of water supply during mixing process of dough, then given some recommendations to the company for improvement in production process.

Keywords: Deo Go! Potato, DMAIC, Six Sigma

KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat, hidayah dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“Pengendalian dan Peningkatan Kualitas Produk Deo Go! Potato Menggunakan Metode Six Sigma di PT. Siantar Top, Tbk ”** dengan lancar dan tepat waktu.

Keberhasilan penyelesaian laporan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari partisipasi dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak, Ibu dan keluarga besar penulis atas doa dan kasih sayang yang begitu besar sehingga penulis terus memiliki kekuatan dan semangat dalam menjalani proses perkuliahan dan menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Drs. Haryono, MSIE dan Ibu Diaz Fitra Aksioma, M.Si selaku dosen pembimbing atas kesabaran dan keluangan waktu yang telah diberikan serta ilmu dan arahan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Prof. Drs. Nur Iriawan, M.Ikom, Ph.D dan Dr. Agus Suharsono, MS selaku dosen penguji yang telah memberikan ilmu, kritik dan saran membangun untuk kesempurnaan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Imron Ashari selaku pembimbing di PT. Siantar Top, Tbk atas kesabaran dan keluangan waktu yang telah diberikan serta informasi mengenai kegiatan produksi di pabrik.
5. Bapak Dr. Suhartono, M.Sc selaku Ketua Jurusan Statistika ITS dan Bapak Dr.Sutikno, S.Si, M.Si selaku Ketua Prodi S1 Statistika yang telah memfasilitasi penulis selama menuntut ilmu di Jurusan Statistika ITS.
6. Teman-teman seperjuangan S1 PW 116 dan teman-teman Legendary yang telah menemani, memotivasi dan memberi

semangat, serta membantu penulis selama belajar di Statistika.

Semoga kebaikan dan bantuan yang telah diberikan kepada penulis dibalas dengan kebaikan yang lebih oleh Allah SWT.

Penulis menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran diharapkan dari semua pihak untuk tahap pengembangan selanjutnya. Besar harapan penulis agar laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat baik bagi penulis, pembaca, dan semua pihak serta dapat menambah pengetahuan.

Surabaya, Juli 2017

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
 BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Batasan Masalah	5
 BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 <i>Six Sigma</i>	7
2.1.1 <i>Define</i>	7
2.1.2 <i>Measure</i>	9
2.1.3 <i>Analyze</i>	12
2.1.3.1 Peta Kendali <i>Multivariate</i> <i>Exponential Weight Moving Avarage</i> (MEWMA).....	13
2.1.3.1.1 Pengujian Korelasi	15
2.1.3.2 <i>Pareto Chart</i>	15
2.1.3.3 Diagram <i>Fishbone</i>	16
2.1.4 <i>Improve</i>	17
2.1.5 <i>Control</i>	20
2.2 Proses Produksi Deo Go! Potato	21
 BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Sumber Data.....	29
3.2 Variabel Penelitian	29

3.3	Langkah Analisis.....	31
BAB IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN		
4.1	Karakteristik Kualitas Produk Deo Go! Potato	33
4.2	Analisis <i>Six Sigma</i>	33
4.2.1	<i>Define</i>	34
4.2.2	<i>Measure</i>	36
4.2.3	<i>Analyze</i>	38
4.2.3.1	Peta Kendali MEWMA Proses Produksi Deo Go! Potato	38
4.2.3.2	<i>Pareto Chart</i> dari <i>Defect</i> Pada Proses Produksi Deo Go! Potato	41
4.2.3.3	Diagram <i>Fishbone</i> untuk Jenis <i>Defect</i> Ketebalan dan Diameter Horizontal.....	42
4.2.4	<i>Improve</i>	43
BAB V. PENUTUP		
5.1	Kesimpulan.....	45
5.2	Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA		47
LAMPIRAN		51

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1	Contoh Diagram SIPOC 8
Gambar 2.2	Contoh <i>Pareto Chart</i> 16
Gambar 2.3	Diagram <i>Fishbone</i> 17
Gambar 2.4	Cara Pengambilan Sampel..... 23
Gambar 2.5	Alat Ukur untuk Berat, Diameter, dan Tebal Biskuit..... 24
Gambar 2.6	Standar Warna Kematangan Biskuit..... 25
Gambar 2.7	Label QC (a) <i>Block</i> , (b) <i>Reject</i> , (c) <i>Pass</i> , (d) <i>Pass Khusus</i> 27
Gambar 2.8	<i>Flow</i> Proses Produksi Biskuit Deo Go! Potato..... 28
Gambar 3.1	Penampang Diameter Biskuit Deo Go! Potato..... 30
Gambar 3.2	Diagram Alir Penelitian..... 32
Gambar 4.1	Diagram SIPOC Proses Produksi Deo Go! Potato..... 35
Gambar 4.2	Histogram (a) Berat, (b) Diameter Horizontal, (c) Diameter Vertikal, (d) Ketebalan..... 36
Gambar 4.3	Peta Kendali MEWMA dengan Pembobot 0,5..... 40
Gambar 4.4	<i>Pareto Chart</i> Jenis <i>Defect</i> Pada Proses Produksi Deo Go! Potato..... 41
Gambar 4.5	Diagram <i>Fishbone</i> Penyebab Tebal dan Diameter Horizontal Biskuit Tidak Standar..... 42

(halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Nilai DPMO <i>Six Sigma Process</i>	10
Tabel 2.2 Kriteria Penerimaan Sistem Pengukuran	12
Tabel 2.3 Struktur Data Peta Kendali Multivariat	13
Tabel 2.4 Ranking Penilaian <i>Severity</i>	18
Tabel 2.5 Ranking Penilaian <i>Occurrence</i>	19
Tabel 2.6 Ranking Penilaian <i>Detectability</i>	20
Tabel 2.7 Proses <i>Mixing</i> Adonan Deo Go! Potato	22
Tabel 2.8 Peraturan Interval Temperatur Oven Setiap Zona	23
Tabel 2.9 Pembagian Jam Kerja (<i>Shift</i>) Buruh Pabrik	26
Tabel 3.1 Struktur Data Karakteristik Kualitas Deo Go! Potato	30
Tabel 4.1 Deskripsi Hasil Proses Produksi Biskuit Deo Go! Potato	33
Tabel 4.2 <i>Goal Statement</i> Proyek <i>Six Sigma</i>	34
Tabel 4.3 Analisis <i>Sigma</i> Proses Produksi Biskuit Deo Go! Potato	37
Tabel 4.4 <i>Gauge R&R Type 1</i> Pada Karakteristik Kualitas Deo Go! Potato	38
Tabel 4.5 Hasil Uji <i>Bartlett</i>	38
Tabel 4.6 Selisih Titik Pengamatan Maksimal dengan <i>H</i>	40
Tabel 4.7 FMEA untuk Jenis <i>Defect</i> Tebal dan Diameter Horizontal Tidak Standar	43

(halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1	Data Proses Produksi Biskuit Deo Go!
	Potato 51
Lampiran 2	Output <i>Gauge R&R</i> Tipe 1 57
Lampiran 3	Peta Kendali MEWMA untuk Masing- masing Pembobot 59
Lampiran 4	Surat Pernyataan Data Tugas Akhir 64

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT. Siantar Top, Tbk merupakan perusahaan yang menekuni bidang produksi makanan ringan seperti kerupuk (*crackers*), mie, dan biskuit. Komitmen dan dedikasi tinggi perusahaan terhadap konsumen diwujudkan dengan menyediakan produk-produk cita rasa terbaik (*taste specialist*), kompetitif harganya, terjamin mutu, halal dan legalitasnya. Konsumen produk PT. Siantar Top, Tbk tidak hanya kalangan anak-anak tetapi meliputi berbagai kalangan usia, sehingga perusahaan dihadapkan pada tantangan yang cukup berat yaitu semakin meningkatnya tuntutan konsumen terhadap kualitas yang dihasilkan, juga diperkuat oleh tekanan persaingan dari perusahaan-perusahaan yang menawarkan produk sejenis. Salah satu produk unggulan (*best quality*) PT. Siantar Top, Tbk pada kategori biskuit adalah “Deo Go! Potato”. Produk biskuit ini terbuat dari bahan kentang asli pilihan dan telah menerapkan standar ISO 9001 seperti yang tercantum pada kemasannya. Penerapan ISO 9001 digunakan untuk membantu penyusunan intruksi kerja pada setiap tahapan proses produksi yang menekankan pada jaminan produk menggunakan tindakan pengendalian, bukan hanya memeriksa produk akhir. Tindakan pengendalian yang dilakukan selama ini oleh bagian *quality control* seperti memeriksa bahan baku (*raw material*), memonitoring proses produksi, dan melakukan pengecekan kesesuaian hasil produksi. Kemudian mencatat hasil setiap inspeksi pada form QC.

Inspeksi pada proses produksi Deo Go! Potato dengan cara sampling yaitu mengambil sampel secara acak kemudian dilakukan pengukuran. Karakteristik yang diukur meliputi berat, diameter horizontal, diameter vertikal dan ketebalan. Pengukuran dilakukan oleh operator QC menggunakan timbangan digital dan sketmat. Permasalahan yang sering timbul dari kegiatan inspeksi

adalah banyaknya hasil proses yang tidak sesuai standar PT. Siantar Top Tbk (STT). Hasil proses yang tidak standar dibedakan menjadi dua, yaitu tidak standar namun masih diperbolehkan untuk diproses kembali (produk *recycle*) contohnya biskuit gosong, dan tidak standar namun sudah tidak dapat diproses lagi (produk *reject*) yang penyebabnya karena listrik padam, terkontaminasi, dan lain-lain sehingga harus dibuang. Ketidaksesuaian hasil proses tersebut diinformasikan ke bagian produksi supaya melakukan perbaikan (*improvement*). PT. Siantar Top, Tbk mempunyai visi yaitu menjadi perusahaan terkemuka yang terus tumbuh dan berkembang untuk memberikan jaminan mutu dan keamanan pangan sebagai *taste specialist* secara halal demi kepuasan bersama, sehingga banyaknya ketidaksesuaian hasil proses harus dikurangi. Banyaknya hasil proses yang di *recycle* dan *reject* merupakan pemborosan waktu dan keuangan. Selama ini perusahaan menetapkan target hasil proses produksi yang *recycle* sebesar 1% per bulan.

Salah satu cara untuk mengendalikan kualitas produksi adalah dengan menggunakan peta kendali. Peta kendali menampilkan grafik dari suatu proses yang dapat memberikan suatu deskripsi yang luas untuk mengerti kondisi suatu proses dalam kondisi terkontrol sebagai bentuk peningkatan kualitas (Hapsari, 2009). Terdapat dua macam peta kendali yaitu peta kendali univariat dan peta kendali multivariat. Peta kendali univariat digunakan untuk mengontrol satu karakteristik kualitas saja. Pada proses produksi Deo Go! Potato dijumpai lebih dari satu karakteristik kualitas yang saling berhubungan seperti berat (gr), diameter horizontal (mm), diameter vertikal (mm), dan ketebalan (mm). Empat karakteristik kualitas tersebut sangat penting untuk dimonitoring supaya biskuit yang dihasilkan konsisten sesuai standar yang tercantum di *Work Order* (WO) STT. Intruksi di WO untuk standar biskuit per 5 pcs yaitu berat antara 9,5-10,5 gram, diameter horizontal dan vertikal biskuit antara 54-56 mm, serta tebal biskuit antara 5,5-6,5 mm. Pada

kondisi ini, analisis yang relevan untuk mengontrol proses produksi Deo Go! Potato adalah peta kendali multivariat. Peta kendali multivariat digunakan untuk mengontrol beberapa karakteristik kualitas secara bersamaan.

Ada banyak macam peta kendali multivariat, salah satunya adalah peta kendali *Multivariate Exponential Weighted Moving Average* (MEWMA). Peta kendali MEWMA dapat secara efektif untuk mendeteksi pergeseran vektor *mean* yang kecil (Reynolds & Stoumbos, 2008). Hapsari (2009) telah melakukan penelitian dengan menerapkan diagram kontrol MEWMA untuk memonitor *mean* proses produksi di PT. Coca-Cola Bottling Indonesia Jawa Timur khususnya untuk jenis produk Coca-Cola 1,5 L. Hasil penelitian menunjukkan diagram kontrol MEWMA berada dalam keadaan yang tidak terkontrol karena terdeteksi titik pengamatan yang berada di atas batas kontrol atas atau *outlier*. Faktor yang menjadi penyebab terjadinya ketidakstabilan proses (*outlier*) dapat berasal dari faktor manusia, mesin, metode, material, dan lingkungan.

Selain pengontrolan terhadap pergeseran *mean* proses, perbaikan proses juga harus dilakukan. Salah satu pendekatan yang dapat memenuhi tujuan tersebut adalah *Six Sigma*. *Six Sigma* juga dapat dipandang sebagai pengendalian proses produksi yang berfokus pada tindakan-tindakan perbaikan untuk proses produksi pada masa yang akan datang (Susetyo, Winarni, & Hartanto, 2011). Semakin tinggi tingkat *sigma*, kinerja proses akan semakin baik. *Total Quality Management* (TQM) juga merupakan program peningkatan kualitas yang terfokus. Namun yang membuat *Six Sigma* berbeda dari TQM dan program-program kualitas sebelumnya adalah lebih memfokuskan pada pelanggan melalui penekanan pada kemampuan proses. Selain itu, *Six Sigma* dapat menghasilkan *Return of Investment* (ROI) yang besar dengan cara meminimasi frekuensi munculnya *defect* dan meningkatkan kepuasan pelanggan. Disamping itu, *Six Sigma* dapat mengubah cara manajemen beroperasi karena *Six Sigma* lebih dari sekedar proyek peningkatan kualitas, namun juga

merupakan cara pendekatan baru terhadap proses berfikir, merencanakan, dan menghasilkan yang lebih baik.

Dalam penerapan *Six Sigma* terdapat lima langkah yang disebut DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control*) (Gaspersz, 2002). Rakasiwi (2014) menggunakan metode *Six Sigma* pada siklus DMAIC untuk perbaikan proses produksi *casing* pompa di PT. Zenith Allmart Precisindo. Penelitian dilakukan untuk mengurangi persentase produk *casing* pompa yang *reject* dan untuk meningkatkan level sigma pada proses produksi. Hasil penelitian menunjukkan nilai DPMO sebesar 7.650,81 dan perusahaan berada pada level 3,925 *sigma*. Setelah akar penyebab dari masalah teridentifikasi, maka dilanjutkan pada fase *improve* untuk memberikan rekomendasi perbaikan proses kepada perusahaan dan dihasilkan level *sigma* yang meningkat sebesar 0,191.

Produk Deo Go! Potato merupakan *market leader* biskuit bagi PT. Siantar Top, Tbk, sehingga pengontrolan kualitas produk menjadi perhatian khusus perusahaan. Pada penelitian ini akan diterapkan peta kendali multivariat pada pengamatan subgrup yaitu peta kendali MEWMA untuk memonitor *mean* proses dari empat karakteristik kualitas yaitu berat, diameter dan ketebalan biskuit Deo Go! Potato. Selain itu dengan menggunakan analisis yang serupa dengan penelitian Rakasiwi (2014) untuk data variabel hasil produksi biskuit Deo Go! Potato, maka peneliti juga akan menggunakan metode *Six Sigma* untuk memberikan rekomendasi tentang perbaikan proses produksi kepada perusahaan. Maka dari itu, dalam penelitian ini diharapkan penerapan metode *Six Sigma* dapat berguna dalam mengontrol dan meningkatkan kualitas produksi biskuit Deo Go! Potato.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang mengenai pengendalian dan peningkatan karakteristik kualitas pada produksi Deo Go! Potato, maka permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana level *sigma* pada hasil proses produksi Deo Go! Potato di PT. Siantar Top, Tbk saat ini?
2. Faktor-faktor apa saja yang menyebabkan produk Deo Go! Potato dikatakan tidak sesuai spesifikasi?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, maka tujuan yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menentukan level *sigma* pada hasil proses produksi Deo Go! Potato di PT. Siantar Top, Tbk saat ini.
2. Menentukan faktor-faktor yang menyebabkan produk Deo Go! Potato dikatakan tidak sesuai spesifikasi.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi kepada PT. Siantar Top, Tbk khususnya bagian *Quality Control* divisi biskuit sebagai bahan rekomendasi untuk meningkatkan kualitas produk Deo Go! Potato.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini yaitu karakteristik kualitas yang diteliti hanya berat, diameter horizontal, diameter vertikal, dan ketebalan biskuit, sedangkan penerapan langkah-langkah DMAIC hanya sampai pada pemberian saran untuk *improvement*.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Six Sigma*

Stamatis (2001) menjelaskan bahwa *Six Sigma* merupakan suatu level dari kinerja proses yang sama dengan memproduksi 3,4 produk cacat untuk setiap 1 juta peluang atau operasi produksi. Istilah ini digunakan untuk mendeskripsikan peningkatan proses menggunakan *sigma* berdasarkan pengukuran proses atau usaha untuk mencapai kinerja level *Six Sigma*. Nilai *sigma* mengindikasikan seberapa sering cacat terjadi. Saat nilai *sigma* meningkat, maka biaya produksi akan berkurang, *cycle time* turun, dan kepuasan konsumen meningkat. Menurut Stamatis (2001), DMAIC adalah model untuk metodologi *Six Sigma* yang meliputi lima fase yaitu *define*, *measure*, *analyze*, *improve*, dan *control*.

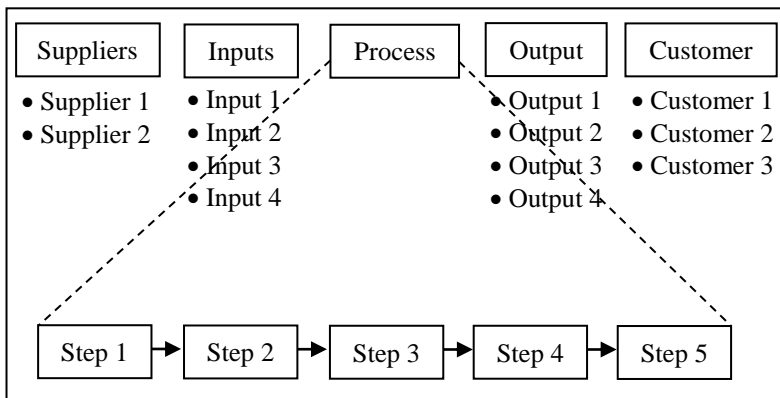
2.1.1 *Define*

Pada fase *define* ini akan mendefinisikan kompleksitas masalah untuk membantu memahami dengan jelas ruang lingkup, batasan, dan tujuan dari proyek *Six Sigma* yang dijalankan. Dalam membuat pernyataan tujuan (*goal statement*) dari proyek *Six Sigma* mengikuti prinsip SMART (*Specific*, *Measurable*, *Achievable*, *Result-Oriented*, dan *Time-Bound*) sebagai berikut.

- a. *Specific* berarti tujuan dari proyek peningkatan kualitas *Six Sigma* harus bersifat spesifik yang dinyatakan secara tegas.
- b. *Measurable* berarti tujuan dari proyek peningkatan kualitas *Six Sigma* harus dapat diukur menggunakan indikator pengukuran yang tepat guna mengevaluasi keberhasilan dan tindakan perbaikan di waktu mendatang.
- c. *Achievable* berarti tujuan dari proyek peningkatan kualitas *Six Sigma* harus dapat dicapai melalui usaha-usaha yang menantang.
- d. *Result-Oriented* berarti tujuan dari proyek peningkatan kualitas *Six Sigma* harus berfokus pada hasil-hasil berupa

- e. pencapaian target kualitas yang ditetapkan, yang ditunjukkan melalui penurunan *Defects per Million Opportunities* (DPMO), peningkatan kapabilitas proses, dan lain-lain.
- f. *Time Bound* berarti tujuan dari proyek peningkatan kualitas *Six Sigma* harus menetapkan batas waktu pencapaian tujuan dan harus dicapai secara tepat waktu.

Langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi *Critical to Quality* (CTQ) berdasarkan kebutuhan konsumen (*voice of customer*) dan membuat diagram SIPOC untuk menggambarkan informasi mengenai *supplier*, *input*, *process*, *output*, dan *customer* (Rumana & Desai, 2014). Diagram SIPOC untuk proses produksi biskuit Deo Go! Potato ditampilkan pada Gambar 2.1 berikut.



Gambar 2.1 Contoh Diagram SIPOC

Adapun elemen-elemen yang digunakan dalam diagram SIPOC adalah sebagai berikut.

- a. *Suppliers* merupakan orang atau kelompok orang yang memberikan informasi kunci tentang material atau sumber daya lain kepada proses. Jika suatu proses terdiri dari beberapa sub-proses, maka sub-proses sebelumnya dapat dianggap sebagai pemasok.
- b. *Inputs* merupakan segala sesuatu yang diberikan oleh pemasok (*suppliers*) kepada proses.

- c. *Process* merupakan sekumpulan langkah yang mentransformasi dan menambah nilai pada *inputs*.
- d. *Outputs* merupakan produk (barang/jasa) dari suatu proses.
- e. *Customers* merupakan orang atau kelompok orang atau sub-proses yang menerima *outputs*.

Selain itu, dalam mengidentifikasi permasalahan dapat melalui histogram. Penerapan histogram sangat tepat digunakan pada saat ingin menentukan apakah proses berjalan dengan stabil atau tidak, mendapatkan informasi tentang *performance* atau variasi proses, dan menentukan apakah diperlukan langkah-langkah perbaikan. Histogram dapat berbentuk seperti lonceng yang menunjukkan bahwa kebanyakan datanya mendekati nilai rata-rata, tetapi bila penyebaran datanya semakin melebar ke kiri atau ke kanan berarti kebanyakan datanya berada dekat batas spesifikasi atas atau bawah. Jika sebaran data melampaui batas-batas spesifikasi, maka dapat dikatakan bahwa terdapat bagian dari hasil produk yang tidak memenuhi standar kualitas yang kemungkinan karena masalah ketika pengukuran atau dalam proses.

2.1.2 *Measure*

Setelah masalah didefinisikan, kegiatan awal pada fase *measure* yaitu mengembangkan rencana pengumpulan data. Kemudian melakukan pengukuran karakteristik kualitas yang dikuantifikasikan ke dalam angka-angka. Hasil pengukuran berupa data variabel yang akan dihitung kinerjanya menggunakan satuan pengukuran *Defect Per Million Opportunities* (DPMO) dan menghitung tingkat *sigma* perusahaan mula-mula (Rumana & Desai, 2014). Evans & Lindsay (2007) menjelaskan persamaan untuk menentukan tingkat *sigma* dan DPMO pada persamaan (2.1) dan (2.2) berikut.

$$\text{Tingkat Sigma} = Z \left(\frac{1.000.000 - DPMO}{1.000.000} \right) + 1,5 \quad (2.1)$$

dengan

$$DPMO = DPO \times 1.000.000 \quad (2.2)$$

$$DPO = \frac{\text{jumlah produk cacat}}{\text{Banyaknya jenis cacat} \times \text{jumlah unit yang diproduksi}} \quad (2.3)$$

dimana:

$$Z \left(\frac{1.000.000 - DPMO}{1.000.000} \right) : \text{inverse cumulative distribution function dari distribusi normal standar dengan nilai probabilitas sebesar } \frac{1.000.000 - DPMO}{1.000.000}$$

DPMO : *Defect per Million Opportunities*, yaitu kemungkinan terjadinya cacat dalam satu juta kesempatan

DPO : *Defect per Opportunities*, yaitu proporsi cacat atas jumlah total peluang dalam sebuah kelompok yang diperiksa

Apabila tingkat *sigma* sebesar 6 *sigma* berarti perusahaan hanya menghasilkan 3,4 produk cacat dalam satu juta produk atau mengharapkan 99,99966% produk bebas dari cacat (Hosea & Anne, 2013).

Tabel 2.1 Nilai DPMO *Six Sigma Process*

Batas Spesifikasi (USL – LSL)	Persentase yang memenuhi spesifikasi	DPMO
$\pm 1\sigma$	30,8538%	691.462
$\pm 2\sigma$	68,1462%	308.538
$\pm 3\sigma$	93,3193%	66.870
$\pm 4\sigma$	99,3790%	6.210
$\pm 5\sigma$	99,9767%	233
$\pm 6\sigma$	99,99966%	3,4

Nilai pergeseran $\pm 1,5$ diperoleh dari hasil penelitian Motorola atas proses dan sistem industri, dimana menurut hasil penelitian bahwa sebagus-bagusnya suatu proses industri tidak akan 100% berada pada suatu titik nilai target tapi akan ada pergeseran sebesar rata-rata $\pm 1,5$ sigma dari nilai tersebut. Toleransi $\pm 1,5$ ini dibuat untuk mengatasi *error* atau kesalahan yang tidak diharapkan (*common causes*).

Selain menghitung nilai DPMO dan tingkat *sigma*, harus dilakukan pengujian terhadap sistem pengukuran yang digunakan agar semua hasil pengukuran dapat dinyatakan valid/sah. Brook (2004) menjelaskan bahwa *measurement system analysis* atau MSA merupakan teknik yang dapat membantu mengidentifikasi penyebab *error* dari data hasil pengukuran. Sistem pengukuran tidak hanya berupa alat, seperti penggaris atau penghitung waktu, namun juga meliputi orang (karyawan), standar dan prosedur, serta bentuk pelatihan-pelatihan yang melingkupi proses pengukuran tersebut. Terdapat tiga istilah penting dalam MSA yaitu sebagai berikut.

- a. *Bias* adalah perbedaan atau selisih antara nilai referensi dengan nilai rata-rata pengamatan pengukuran.
- b. *Repeatability* (pengulangan) adalah variasi hasil pengukuran dari operator yang sama yang mengukur bagian atau sampel yang sama dengan menggunakan alat ukur (*gauge*) yang sama berulang-ulang.
- c. *Reproducibility* adalah variasi hasil pengukuran dari operator yang berbeda yang mengukur bagian atau sampel yang sama dengan menggunakan alat ukur (*gauge*) yang sama.

Pada proses produksi Deo Go! Potato hanya terdapat satu orang operator pada setiap *shift* yang melakukan pengukuran terhadap karakteristik berat, diameter horizontal, diameter vertikal, dan ketebalan biskuit. Sehingga pada penelitian ini analisis sistem pengukuran dapat menggunakan *Gauge R&R* tipe 1 sebagai alat bantu. Dari *Gauge R&R* tipe 1 diperoleh nilai persentase variasi *repeatability*. Menurut *Automobile Industry Action Group* (AIAG), kriteria penerimaan sistem pengukuran dengan menggunakan nilai persentase variasi *repeatability* adalah sebagai berikut.

Tabel 2.2 Kriteria Penerimaan Sistem Pengukuran

Variasi <i>Repeatability</i> (%)	Penerimaan
$\leq 10\%$	Sistem pengukuran bisa diterima
$>10\% - \leq 30\%$	Sistem pengukuran dapat diterima dengan syarat tertentu
$\geq 30\%$	Sistem pengukuran tidak dapat diterima dan harus melakukan <i>improvement</i>

(Chrysler Motors, GM Company, Ford Motors Company, 2010)

Menurut Roth (2016), *Capability gauge* (C_g) dan *Capability gauge* yang terdiri dari *gauge variation* dan *bias* (C_{gk}) secara matematis dapat ditulis sebagai berikut.

$$C_g = \frac{0,2 \times Tolerance}{6 \times s_m} \quad (2.4)$$

$$C_{gk} = \frac{(0,1 \times Tolerance) - \left| \bar{x}_m - x_g \right|}{6 \times s_m} \quad (2.5)$$

Keterangan:

\bar{x}_m : nilai rata-rata dari pengukuran

x_g : nilai referensi

s_m : nilai standar deviasi dari pengukuran

Untuk menghitung persentase variasi *repeatability* ditunjukkan pada (2.6).

$$\% \text{ Var } (Repeatability) = \frac{20}{C_g} \quad (2.6)$$

2.1.3 Analyze

Tujuan fase *analyze* dalam proyek peningkatan kualitas *Six Sigma* yaitu untuk mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab kecacatan produk, serta membuat prioritas cacat mana yang memiliki kontribusi dominan terhadap menurunnya kualitas produk (Rumana & Desai, 2014). Pada fase *analyze* perlu menerapkan alat analisis dalam bentuk peta kendali dan grafik (misalnya dengan *pareto chart* dan diagram *fishbone*).

2.1.3.1 Peta Kendali *Multivariate Exponential Weighted Moving Avarage* (MEWMA)

Peta kendali *Multivariate Exponentially Weighted Moving Avarage* (MEWMA) adalah peta kendali untuk mendeteksi terjadinya pergeseran *mean* proses yang kecil secara multivariat. Peta kendali MEWMA merupakan peta yang diterapkan pada pengontrolan fase II (Montgomery, 2012). Pada kasus multivariat terdapat lebih dari satu karakteristik kualitas ($p \geq 2$). Peta kendali MEWMA adalah suatu perluasan dari kasus univariat pada peta kendali *Exponentially Weighted Moving Avarage* (EWMA). Salah satu kelebihan dari peta kendali MEWMA adalah lebih *robust* terhadap distribusi normal, yang artinya apabila data tidak memenuhi asumsi distribusi normal multivariat maka penggunaan peta kendali MEWMA masih dapat digunakan. Struktur organisasi data pada peta kendali multivariat dengan pengamatan subgrup ditampilkan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Struktur Data Peta Kendali Multivariat

subgrup, i	Variabel				
	X_1	X_2	X_3	\dots	X_p
1	X_{11}	X_{12}	X_{13}	\dots	X_{1p}
2	X_{21}	X_{22}	X_{23}	\dots	X_{2p}
3	X_{31}	X_{32}	X_{33}	\dots	X_{3p}
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
m	X_{m1}	X_{m2}	X_{m3}	\dots	X_{mp}

Keterangan:

i : pengamatan subgrup yang dilakukan dengan $i=1,2,3,\dots, m$

p : banyaknya karakteristik kualitas yang diamati

x_{mp} : nilai pengamatan subgrup ke- m pada variabel ke- p

Multivariate Exponentially Weighted Moving Avarage (MEWMA) merupakan perluasan dari univariat EWMA yang didefinisikan dengan persamaan (2.7) berikut.

$$Z_i = \lambda X_i + (1-\lambda)Z_{i-1}, \quad 0 < \lambda < 1 \quad \text{dan} \quad i = 1, 2, 3, \dots, m \quad (2.7)$$

dimana:

\mathbf{Z}_i : rata-rata berbobot dari semua rata-rata sampel sebelumnya, dengan $Z_0=0$

λ : nilai pembobot, $0 < \lambda < 1$

m : banyaknya sampel pengamatan yang dilakukan, $m > 1$

Hamed (2016) menjelaskan bahwa nilai λ yang kecil lebih efektif untuk mendeteksi pergeseran *mean* proses yang kecil dan nilai λ yang besar lebih efektif untuk mendeteksi pergeseran *mean* proses yang besar. Persentase yang *out of control* dipengaruhi oleh pemilihan nilai *Average Run Length* (ARL). Prabhu & Runger (1997) dalam Montgomery (2012) menampilkan performansi peta kendali MEWMA dengan menggunakan beberapa nilai pergeseran proses (δ) dan nilai λ yang dapat digunakan untuk mempermudah dalam penentuan *Average Run Length* (ARL_0).

\mathbf{X}_i merupakan vektor *mean* yang diamati pada karakteristik ke- p .

$$\mathbf{X}_i = \begin{bmatrix} \bar{x}_1 \\ \bar{x}_2 \\ \vdots \\ \bar{x}_p \end{bmatrix}$$

Dalam mendeteksi sinyal *out of control* pada peta kendali MEWMA menggunakan persamaan (2.8).

$$T_i^2 = \mathbf{Z}_i^T \Sigma_{\mathbf{Z}_i}^{-1} \mathbf{Z}_i > H \quad (2.8)$$

dimana $H > 0$ dan

$$\Sigma_{\mathbf{Z}_i} = \frac{\lambda}{2 - \lambda} [1 - (1 - \lambda)^{2i}] \Sigma \quad (2.9)$$

dengan $\Sigma_{\mathbf{Z}_i}$ merupakan matriks kovarian dari \mathbf{Z}_i (Montgomery, 2012).

Plot dari peta kendali T_i merupakan peta kendali dengan batas pengendali atas dinyatakan dengan nilai H . Sedangkan batas pengendali bawah untuk peta kendali MEWMA sama dengan 0 karena nilai T_i yang selalu positif sehingga batas pengendali bawah yang paling minimum dari suatu nilai yang positif adalah

0. Proses dikatakan tidak terkendali apabila terdapat nilai $T_i > H$ (Arinda, Mustafid, & Mukid, 2016).

2.1.3.1.1 Pengujian Korelasi

Uji korelasi digunakan untuk mengetahui hubungan antar 2 karakteristik kualitas atau lebih. Salah satu metode untuk mengetahui apakah terdapat korelasi antar karakteristik kualitas pada proses produksi yaitu dengan menggunakan uji *Bartlett*. Pengujian korelasi ini menggunakan matrik korelasi. Jika matrik korelasi antar karakteristik kualitas membentuk matrik identitas, maka antar karakteristik kualitas tidak berkorelasi atau independen. Pengujian hipotesisnya adalah sebagai berikut.

H_0 : Tidak ada korelasi antar karakteristik kualitas

H_1 : Ada korelasi antar karakteristik kualitas

Statistik uji yang digunakan adalah (Morisson, 2005):

$$\chi^2_{hitung} = -(m-1 - \frac{2p+5}{6}) \ln |\mathbf{R}| \quad (2.10)$$

Keterangan:

m : banyaknya pengamatan tiap karakteristik kualitas

p : banyaknya karakteristik kualitas

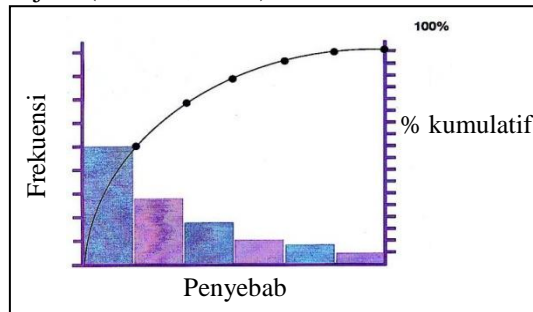
$\ln |\mathbf{R}|$: nilai determinan matrik korelasi dari masing-masing karakteristik kualitas

Daerah kritis: tolak H_0 jika $\chi^2_{hitung} > \chi^2_{\alpha, \frac{p(p-1)}{2}}$ yang berarti terdapat hubungan antar karakteristik kualitas.

2.1.3.2 Pareto Chart

Pareto chart adalah grafik batang yang menunjukkan penyebab masalah berdasarkan urutan banyaknya kejadian. Penyebab yang paling sering terjadi ditunjukkan oleh grafik batang pertama yang tertinggi pada sisi paling kiri, dan seterusnya sampai penyebab yang paling jarang terjadi ditunjukkan oleh grafik batang terakhir yang terendah pada sisi paling kanan. Prinsip dari *pareto chart* adalah 80/20 yang artinya 80% masalah kualitas (cacat produk) disebabkan oleh 20% penyebab kecacatan, sehingga dipilih jenis-jenis cacat dengan kumulatif mencapai 80%

dengan asumsi bahwa 80% tersebut dapat mewakili seluruh jenis cacat yang terjadi (Kolarik, 1995).



Gambar 2.2 Contoh *Pareto Chart*
(Sumber: www.managers-net.com)

2.1.3.3 Diagram *Fishbone*

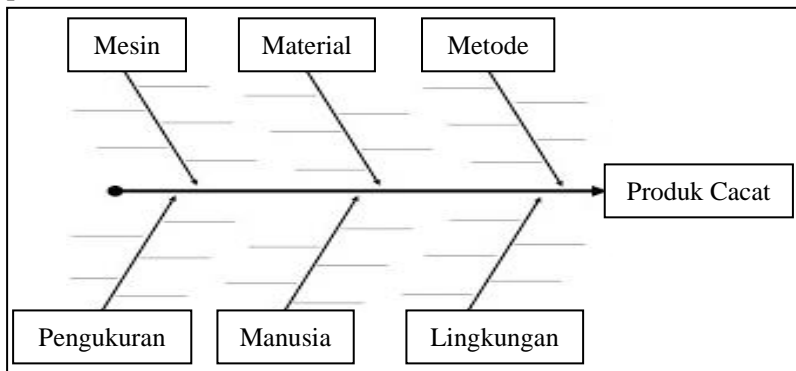
Diagram sebab akibat atau yang biasa dikenal dengan diagram tulang ikan (*fishbone*) atau diagram *Ishikawa* adalah suatu alat yang dapat digunakan untuk membantu dalam menganalisa mutu dengan tujuan untuk mengetahui secara menyeluruh hubungan antara kecacatan dengan penyebabnya, dimana kepala ikan sebagai akibat (*effect*) dan tulang-tulang sebagai sebab-sebab, kemudian ada sub-sub tulang yang mewakili sebab-sebab yang lebih rinci. Diagram sebab akibat pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Kaoru Ishikawa pada tahun 1953 yang menggunakan grafis dari unsur-unsur proses untuk menganalisa sumber-sumber potensial dari penyimpangan suatu proses (Montgomery, *Introduction to Statistical Quality Control*, 2012).

Pada dasarnya, diagram sebab akibat dapat dipergunakan untuk kebutuhan-kebutuhan berikut.

- Menyimpulkan sebab-sebab variasi dalam proses.
- Membantu mengidentifikasi akar penyebab dari masalah.
- Membantu membangkitkan ide-ide untuk solusi masalah.
- Membantu dalam pengambilan keputusan untuk menentukan tindakan perbaikan

Diagram sebab akibat dalam penelitian ini digunakan untuk mengetahui faktor-faktor penyebab produk tidak sesuai

dengan spesifikasi, sehingga menyebabkan produk dikatakan cacat. Faktor-faktor penyebab permasalahan tersebut dibagi menjadi enam aspek, yaitu personal atau faktor manusia, material atau bahan baku, mesin dan perlengkapan yang digunakan pada proses, metode dan prosedur operasi, peralatan dan teknik yang digunakan untuk melakukan pengukuran serta lingkungan dan aturan kerja proses produksi. Keenam aspek tersebut ditampilkan pada Gambar 2.3 berikut.



Gambar 2.3 Diagram *Fishbone*

2.1.4 Improve

Fase yang keempat dalam metodologi *Six Sigma* adalah *improve*. Pada fase ini usaha-usaha peningkatan kualitas produk dimulai dengan cara membuat FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*). Degu & Morthy (2014) menjelaskan bahwa FMEA bertujuan untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan potensial. Suatu mode kegagalan berupa kecacatan, kondisi diluar batas spesifikasi yang ditetapkan, atau perubahan-perubahan dalam produk yang menyebabkan terganggunya fungsi dari produk itu. Digunakan kriteria keparahan (*severity*), probabilitas kejadian (*occurrence*), dan pendeteksian (*detectability*) untuk mendapatkan nilai *Risk Priority Number* (RPN).

$$RPN = S \times O \times D \quad (2.11)$$

Keterangan:

S : tingkat keparahan dari akibat yang timbul karena terjadinya kegagalan

O : tingkat sering atau tidaknya penyebab kegagalan terjadi

D : tingkat kemampuan untuk mendeteksi penyebab kegagalan

Rentang skor penilaian untuk ketiga kriteria tersebut adalah 1,2,3,...,10. Stamatis (2002) menjelaskan klasifikasi penilaian untuk *S*, *O*, dan *D* yang ditunjukkan pada Tabel 2.4, Tabel 2.5, dan Tabel 2.6 berikut. Pemberian skor dilakukan oleh kepala bagian *quality control* pada divisi biskuit.

Tabel 2.4 Ranking Penilaian *Severity*

Efek	Deskripsi	Skor
Tidak ada	Tidak ada efek yang diperhatikan oleh konsumen	1
Sangat kecil	Sangat kecil gangguan kelancaran yang terjadi di lini produksi Sangat kecil produk yang harus di <i>rework</i>	2
Kecil	Kecil gangguan kelancaran yang terjadi di lini produksi Sedikit jumlah (<5%) produk yang harus di <i>rework</i>	3
Sangat rendah	Sangat rendah gangguan kelancaran yang terjadi di lini produksi Jumlah produk yang di <i>rework</i> berjumlah sedang (<10%)	4
Rendah	Rendah gangguan kelancaran yang terjadi di lini produksi Jumlah produk yang di <i>rework</i> berjumlah sedang (15%)	5
Sedang	Gangguan kelancaran yang terjadi di lini produksi bersifat sedang Jumlah produk yang menjadi <i>scrap</i> bersifat sedang (<20%)	6

Tabel 2.4 Ranking Penilaian *Severity* (Lanjutan)

Efek	Deskripsi	Skor
Tinggi	Mengganggu kelancaran di lini produksi	7
	Jumlah produk yang menjadi <i>scrap</i>	
	bersifat sedang (<30%)	
	Proses mungkin dihentikan	
Sangat tinggi	Pelanggan tidak puas	8
	Mengganggu kelancaran di lini produksi	
	Hampir 100% produk menjadi <i>scrap</i>	
	Proses tidak dapat diandalkan	
Berbahaya, adanya peringatan	Pelanggan sangat tidak puas	9
	Dapat membahayakan operator dan peralatan	
	Tidak sesuai dengan peraturan pemerintah	
	Kegagalan akan terjadi dengan adanya peringatan	
Berbahaya, tanpa adanya peringatan	Dapat membahayakan operator dan peralatan	10
	Tidak sesuai dengan peraturan pemerintah	
	Kegagalan akan terjadi tanpa adanya peringatan	

Tabel 2.5 Ranking Penilaian *Occurrence*

Tingkat Kejadian	Deskripsi	Frekuensi	Skor
Sangat kecil	Kegagalan sangat tidak mungkin terjadi	<1 dari 1.500.000	1
		1 dari 150.000	2
Kecil	Sedikit terjadi kegagalan	1 dari 15.000	3
		1 dari 2000	4
		1 dari 400	5
		1 dari 80	6
Sedang	Sesekali terjadi kegagalan	1 dari 20	7
		1 dari 8	8
Tinggi	Kegagalan terjadi berulang	1 dari 3	9
		>1 dari 2	10
Sangat tinggi	Kegagalan tak bisa dihindari		

Tabel 2.6 Ranking Penilaian *Detectability*

Tingkat Deteksi	Deskripsi	Skor
Hampir pasti terdeteksi	Pengontrolan proses hampir selalu dapat mendeteksi potensi kegagalan	1
Sangat tinggi	Sangat tinggi kemungkinan pengontrolan proses akan mendeteksi potensi kegagalan	2
Tinggi	Tinggi kemungkinan pengontrolan proses akan mendeteksi potensi kegagalan	3
Cukup Tinggi	Cukup tinggi kemungkinan pengontrolan proses akan mendeteksi potensi kegagalan	4
Cukup	Ada kemungkinan pengontrolan proses akan mendeteksi potensi kegagalan	5
Rendah	Kecil kemungkinan pengontrolan proses akan mendeteksi potensi kegagalan	6
Sangat rendah	Sangat kecil kemungkinan pengontrolan proses akan mendeteksi potensi kegagalan	7
Kecil	Besar kemungkinan pengontrolan proses tidak akan mendeteksi potensi kegagalan	8
Sangat kecil	Sangat besar kemungkinan pengontrolan proses tidak akan mendeteksi potensi kegagalan	9
Tidak terdeteksi	Pengontrolan proses tidak akan mendeteksi potensi kegagalan	10

Perbaikan proses difokuskan pada nilai *RPN* terbesar. Pada fase *improve* juga dilakukan implementasi dari saran atau rekomendasi yang diberikan peneliti untuk mengatasi penyebab kegagalan yang terjadi.

2.1.5 Control

Fase terakhir dari metodologi *Six Sigma* adalah *control* yang dilakukan dengan mengembangkan rencana pengendalian dan memperbarui rencana pelatihan untuk meningkatkan kapabilitas proses menuju target kesempurnaan *Six Sigma*. Selain itu juga dibuat usulan perubahan *Work Order* (WO) perusahaan (Stamatis, 2001). Setelah fase *control* dilakukan pengamatan kembali proses produksi, kemudian mengumpulkan data pengamatan yang baru dan menghitung tingkat *sigma* yang baru.

2.2 Proses Produksi Deo Go! Potato

Deo Go! Potato merupakan biskuit dengan bentuk tipis yang renyah dan gurih, sangat cocok disajikan dalam acara keluarga atau sebagai camilan di waktu santai. Biskuit ini terbuat dari bahan kentang asli pilihan. Proses pembuatannya bukan digoreng melainkan dipanggang, sehingga biskuit ini lebih sehat. Selain itu, harga jual biskuit Go! Potato untuk jenis Deo sangat murah yaitu 500 rupiah per 5 pcs.

Perencanaan proses produksi Deo Go! Potato disesuaikan dengan permintaan dan kebutuhan pasar yang diatur oleh bagian marketing. Adapun tahapan-tahapan proses pembuatan biskuit Deo Go! Potato yang diamati peneliti ketika melakukan kerja praktek di PT. Siantar Top, Tbk pada bulan Juli 2016 adalah sebagai berikut.

a. Penimbangan *raw materials*.

Semua *incoming raw materials* dari *supplier* dicek terlebih dahulu oleh QC pusat, kemudian didistribusikan ke divisi biskuit. Dasar penerimaan *raw materials* di divisi biskuit berdasarkan spesifikasi yang diberikan oleh QC pusat. Secara keseluruhan, *incoming raw materials* dibagi dua, yaitu untuk proses produksi dan *packaging*. Contoh *raw materials* untuk proses produksi adalah tepung, jus kentang, gula, garam, *flavour*, pewarna dan lain-lain, sedangkan untuk *packaging* berupa bandrol, plastik, karton/*duplex*, dan film/*etiket*. Pengecekan *incoming raw materials* dilakukan dengan tiga cara, yaitu visual, organoleptik, dan melihat kode lot (nomor batch).

b. *Mixing* adonan

Terdapat empat *step* untuk membuat adonan Deo Go! Potato dengan *mixer* ditampilkan pada Tabel 2.7. Prosedur pengecekan pada proses *mixing* adonan yaitu mengecek *timer* dan *speed mixer* yang ada dipanel, kemudian mengecek homogenitas hasil adukan secara visual, selanjutnya mengambil sampel hasil adukan ± 50 gram untuk dibawa ke laboratorium dan dianalisis kadar airnya.

Tabel 2.7 Proses *Mixing* Adonan Deo Go! Potato

<i>Step</i>	<i>Materials</i>	<i>Waktu</i>	<i>Speed</i>
I	Kentang <i>steam</i> , <i>Premix</i> BC 105, <i>Broken potato</i>	00.10.45	<i>Low</i>
II	<i>Liquid</i> GL STT/ZZ/029, <i>Powder</i> LA STT/ZZ/022, <i>Powder</i> CR STT/VV/001, Air	00.02.45	<i>High</i>
III	<i>Liquid</i> FT STT/ZZ/039, <i>Premix</i> ALL OIMI, <i>Liquid</i> EM STT/ZZ/033	00.07.45	<i>High</i>
IV	Tepung <i>Midgrand</i> , Tepung <i>Bimasakti</i> (PPW), <i>Powder</i> MN STT/ZZ/011, <i>Premix</i> BC 101, Air	00.18.45	<i>High</i>

c. *Aging* 20-30 menit

Aging merupakan suatu proses untuk menstabilkan adonan yang telah dihomogenisasi dengan cara didiamkan selama 20 sampai 30 menit, sehingga adonan menjadi lebih rileks dan tidak mengerut saat dicetak.

d. *Laminator*

Laminator adalah mesin yang digunakan untuk memotong dan menumpuk adonan secara vertikal, juga untuk membuat *sheet-sheet* adonan hingga berlapis-lapis.

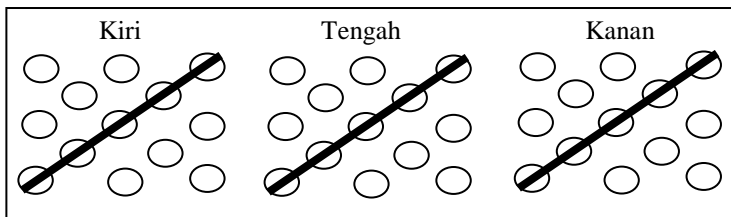
e. *Roll Press Continues*

Mesin *roll press continues* menggunakan sistem pemotongan dan penumpukan adonan secara horizontal untuk memastikan ketebalan adonan merata dan sesuai dengan standar.

f. *Rotary Cutter (Moulding)*

Rotary cutter merupakan proses untuk mencetak (*moulding*) adonan menjadi bentuk bulat dan bermotif. Prosedur pengecekan pada proses *rotary cutter* adalah sebagai berikut.

- a. Mengecek dan memastikan bentuk serta motif biskuit.
- b. Mengecek *speed moulder* yang ada dipanel, standar kecepatan sesuai intruksi di WO antara 38,5-39 Hz.
- c. Mengecek berat basah (gramatur) hasil cetak dengan cara mengambil masing-masing 5 pcs tiap sisi kanan, tengah, dan kiri dengan sistem diagonal untuk sekali timbang. Standar berat basah sesuai intruksi di WO yaitu antara 11,5-12,5 gram. Berikut adalah cara pengambilan sampel.



Gambar 2.4 Cara Pengambilan Sampel

g. *Baking Zone* (Oven)

Baking zone adalah proses pematangan biskuit di dalam oven. Pada proses oven ini terdapat empat zona dan setiap zona mempunyai standar suhu yang berbeda. Ketepatan suhu oven sangat dibutuhkan guna menghasilkan biskuit yang matang dan *crispy*. Berikut ini pedoman pengovenan biskuit di setiap zona.

Tabel 2.8 Peraturan Interval Temperatur Oven Setiap Zona

Zona	Sisi Atas	Sisi Bawah
I	190 ± 10	190 ± 10
II	210 ± 10	200 ± 10
III	200 ± 10	190 ± 10
IV	160 ± 10	150 ± 10

Keterangan:

Zona I berfungsi untuk proses *preheating* atau pemanasan awal selama 2,5 jam dan untuk penguapan atau pengurangan kadar air pada hasil cetakan biskuit.

Zona II berfungsi untuk memaksimalkan proses pengembangan biskuit.

Zona III berfungsi untuk pematangan biskuit.

Zona IV berfungsi untuk penyempurnaan dari tiga zona sebelumnya atau untuk menambah warna biskuit sehingga sesuai standar yang telah ditentukan.

h. *Spray Minyak*

Setelah melewati proses oven, biskuit yang sudah matang diberi semprotan minyak. Tujuannya untuk melembutkan tekstur dan menyedapkan rasa. Pada tahapan ini yang perlu dikendalikan adalah berat biskuit sebelum dan sesudah diberi *spray* minyak. Prosedur pengecekan berat kering biskuit yaitu dengan menimbang masing-masing 5 pcs tiap sisi kanan, tengah, dan kiri sebelum dan sesudah *spray* minyak dengan sistem diagonal. Pengambilan sampling tersebut dilakukan minimal sebanyak tiga sampai empat kali per *shift*. Standar berat kering biskuit sesuai intruksi di WO adalah 8,75-9,75 gram untuk sebelum *spray* dan 9,5-10,5 gram setelah *spray*.

Selain itu, ukuran diameter dan tebal biskuit sesudah *spray* minyak juga harus dicek. Prosedur pengecekannya sama yaitu dengan cara mengambil masing-masing 5 pcs tiap sisi kanan, tengah, dan kiri dengan sistem diagonal, kemudian diukur dengan menggunakan sketmat. Pengukuran diameter dilakukan pada dua sisi biskuit. Ukuran diameter horizontal dan vertikal biskuit yang memenuhi standar yaitu antara 54-56 mm dan tebal antara 5,5-6,5 mm.



Gambar 2.5 Alat Ukur untuk Berat, Diameter, dan Tebal Biskuit
(Sumber: www.timbanganindonesia.com)

i. *Cooling Conveyor*

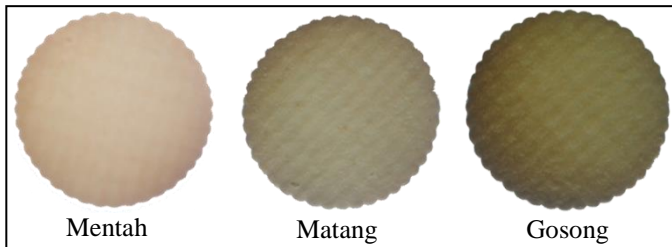
Pada proses *cooling conveyor*, biskuit didinginkan dengan *fan* pada *line* yang sangat panjang agar kondisi biskuit tidak panas saat di *packing*.

j. *Gaido*

Gaido merupakan proses penataan biskuit yang telah didinginkan.

k. *Packing I (Inner Pack)*

Inner pack adalah pembungkus dalam berupa plastik dan bandrol. Pengecekan pada kemasan dalam terdiri dari hasil visual biskuit dan kode produksi pada bandrol. Standar visual biskuit sesuai intruksi di WO ditampilkan pada Gambar 2.6. Perusahaan selalu melakukan perbaruan (*update*) standar warna biskuit secara rutin tiap satu bulan sekali.



Gambar 2.6 Standar Warna Kematangan Biskuit

(Sumber: Bagian Produksi Divisi Biskuit PT. Siantar Top, Tbk)

Sedangkan prosedur pengecekan kode produksi dilakukan dengan cara mengambil sampel *packing* dari tiap mesin sebanyak 5 pcs dan memastikan kebenaran kodingnya seperti berikut ini.



Keterangan:

DD : menunjukkan tanggal kadaluarsa (2 digit)

MM : menunjukkan bulan kadaluarsa (2 digit)

YY : menunjukkan tahun kadaluarsa (2 digit)

K : menunjukkan kode mesin *packing*

S : menunjukkan kode *shift*, yaitu A untuk *shift* pagi, B untuk *shift* sore, dan C untuk *shift* malam

Setelah dikemas, kesesuaian hasil *packing* dicek menurut indikator kebocoran *seal*, kerapian *seal*, kerapian perporasi, dan berat yaitu antara 104-110 gram.

Tabel 2.9 Pembagian Jam Kerja (*Shift*) Buruh Pabrik

Hari Kerja	Jam Kerja (WIB)		
	Shift Pagi	Shift Sore	Shift Malam
Senin - Jum'at	07.00 - 15.00	15.00 - 23.00	23.00 - 07.00
Sabtu	07.00 - 12.00	-	-

1. *Metal Detector*

Penggunaan *metal detector* ditujukan sebagai mesin inspeksi untuk menghindari kontaminasi produk terhadap logam besi dari *non-ferrous* (aluminium, *stainless steel*, dan lain-lain).

m. *Packing II (Outer Pack)*

Outer pack adalah kemasan kotak yang terbuat dari bahan karton. Inspeksi yang dilakukan pada *outer pack* yaitu mengecek kesesuaian kode produksi.



Keterangan:

Y : menunjukkan tahun produksi (diambil 1 digit paling belakang dari tahun)

M₁ dan M₂: menunjukkan bulan produksi, M₁ untuk digit pertama dan M₂ untuk digit kedua

DD : menunjukkan tanggal produksi (2 digit)

S : menunjukkan kode *shift*, yaitu A untuk *shift* pagi, B untuk *shift* sore, dan C untuk *shift* malam

n. Gudang

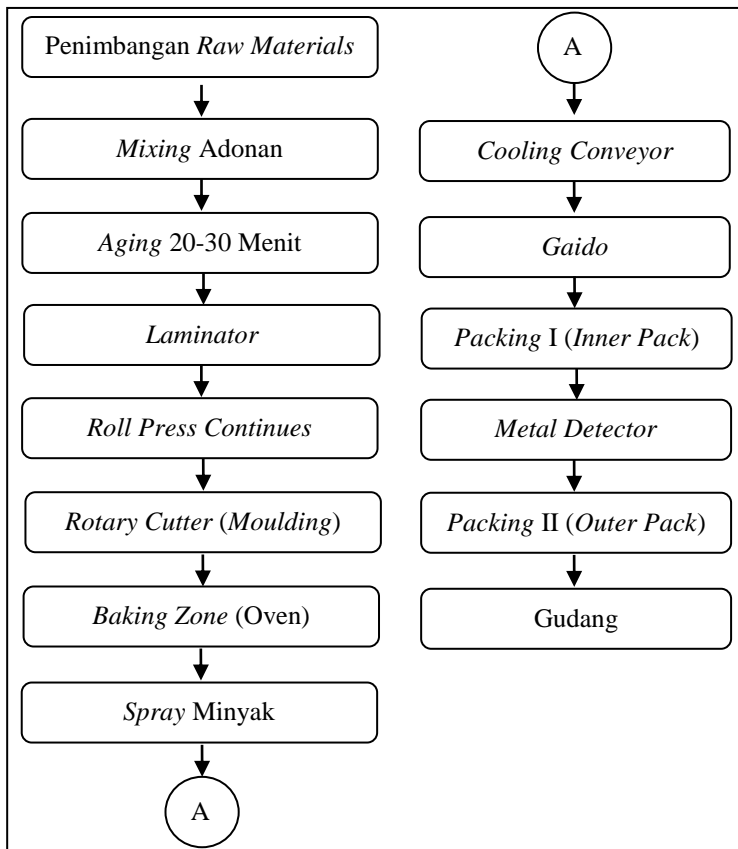
Produk jadi dalam dus karton disimpan di gudang kemudian di distribusikan ke konsumen. Proses muat untuk pengiriman ke konsumen menggunakan sistem FIFO (*First In First Out*) yaitu produk jadi yang keluar sesuai dengan urutan ketika masuk. Sedangkan prosedur pemeriksaan pada proses muat produk jadi adalah mengecek status yang ada pada label QC, hanya yang berstatus *QC Pass* yang boleh didistribusikan. Berikut ini contoh keterangan status pada label QC.

- **QC Block**
Label berwarna kuning yang menandakan bahwa produk tidak memenuhi standar yang telah ditetapkan namun produk tersebut masih bisa ditindak lanjuti.
- **QC Reject**
Label berwarna merah yang menandakan bahwa produk tidak memenuhi standar yang telah ditetapkan dan tidak bisa ditindak lanjuti sehingga harus dibuang.
- **QC Pass**
Label berwarna biru yang menandakan bahwa produk sudah memenuhi standar dan siap didistribusikan.
- **QC Pass Khusus**
Label berwarna hijau muda yang menandakan bahwa produk tidak memenuhi standar namun masih bisa ditoleransi karena adanya kebutuhan mendesak.



Gambar 2.7 Label QC (a) *Block*, (b) *Reject*, (c) *Pass*, (d) *Pass Khusus*
(Sumber: Bagian QC Divisi Biskuit PT. Siantar Top, Tbk)

Tahapan-tahapan proses produksi tersebut menjelaskan mulai dari pengolahan *raw materials* hingga menjadi produk biskuit yang siap didistribusikan kepada konsumen. Supaya lebih mudah untuk memahaminya, maka tahapan proses produksi ditampilkan secara ringkas dalam diagram alir pada Gambar 2.8. Pada setiap tahapan proses produksi, operator bertugas untuk melakukan inspeksi.



Gambar 2.8 Flow Proses Produksi Biskuit Deo Go! Potato

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang didapatkan dari bagian *quality control* (QC) di divisi biskuit PT. Siantar Top, Tbk. Data sekunder yang akan diteliti merupakan data produksi Go! Potato jenis Deo pada bulan Februari hingga Maret 2017.

3.2 Variabel Penelitian

Pada hasil produksi biskuit Deo Go! Potato terdapat empat karakteristik kualitas yang diamati dan antar karakteristik tersebut saling berkorelasi. Karakteristik yang diamati adalah berat (gr), diameter horizontal (mm), diameter vertikal, dan ketebalan (mm), dimana korelasi antar karakteristik tersebut yaitu apabila diameter biskuit semakin melebar atau mengembang maka berat dan ketebalan biskuit juga akan bertambah sehingga dapat mempengaruhi spesifikasi produk. Empat karakteristik kualitas tersebut merupakan variabel dalam penelitian ini. Pengukuran keempat variabel tersebut dilakukan pada bagian *cooling conveyor* oleh seorang operator QC. Ukuran spesifikasi yang ditetapkan di *Work Order* (WO) perusahaan untuk standar biskuit per 5 pcs yaitu berat antara 9,5-10,5 gram, diameter horizontal dan vertikal biskuit antara 54-56 mm, serta tebal biskuit antara 5,5-6,5 mm. Adapun struktur data pada karakteristik kualitas dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut.

Tabel 3.1 Struktur Data Karakteristik Kualitas Deo Go! Potato

Subgrup	Variabel Kualitas				
	Pengamatan	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄
1	1	X ₁₁₁	X ₁₂₁	X ₁₃₁	X ₁₄₁
	2	X ₁₁₂	X ₁₂₂	X ₁₃₂	X ₁₄₂
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	n	X _{11n}	X _{12n}	X _{13n}	X _{14n}
2	1	X ₂₁₁	X ₂₂₁	X ₂₃₁	X ₂₄₁
	2	X ₂₁₂	X ₂₂₂	X ₂₃₂	X ₂₄₂
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	n	X _{21n}	X _{22n}	X _{23n}	X _{24n}
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
m	1	X _{m11}	X _{m21}	X _{m31}	X _{m41}
	2	X _{m12}	X _{m22}	X _{m32}	X _{m42}
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	n	X _{m1n}	X _{m2n}	X _{m3n}	X _{m4n}

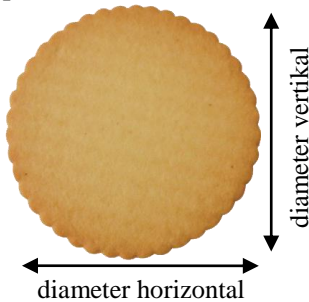
dengan

x₁ : berat; x₂: diameter horizontal; x₃: diameter vertikal; x₄ : ketebalan

m : banyaknya subgrup yang diamati ($m = 100$)

n : ukuran subgrup ($m = 9$)

Variabel diameter horizontal dan vertikal biskuit Deo Go! Potato dapat dilihat pada Gambar 3.1



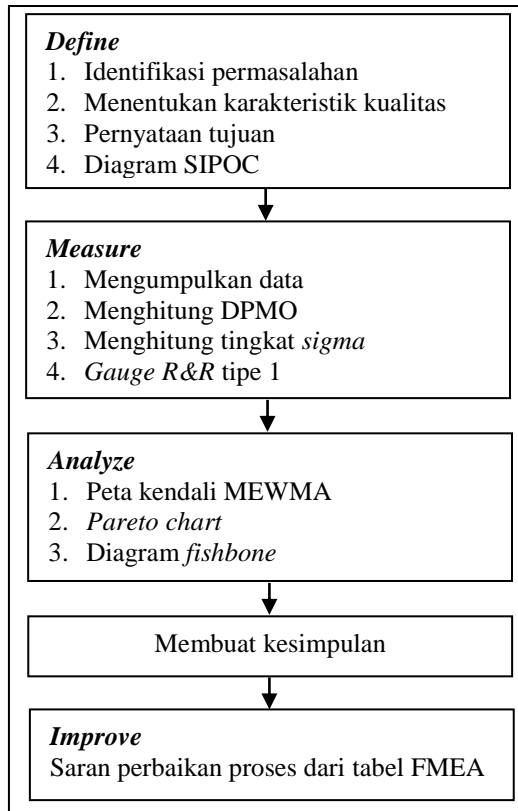
Gambar 3.1 Penampang Diameter Biskuit Deo Go! Potato
(Sumber: Bagian Produksi Divisi Biskuit PT. Siantar Top, Tbk)

3.3 Langkah Analisis

Langkah analisis yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menentukan permasalahan utama (*Define*)
Define dilakukan dengan cara mengidentifikasi permasalahan dan menentukan karakteristik kualitas yang sudah dijelaskan pada Bab I. Kemudian pada Bab IV akan membuat pernyataan tujuan proyek *Six Sigma*, membuat diagram SIPOC, dan mengidentifikasi CTQ berdasarkan *voice of customer*.
2. Mengukur kinerja proses (*Measure*)
Measure dilakukan dengan mengumpulkan data hasil pengukuran yang dilaksanakan pada Bab III. Selanjutnya di Bab IV akan menghitung nilai DPMO dan menghitung tingkat *sigma* saat ini untuk dijadikan sebagai tolak ukur dalam peningkatan proses. Namun sebelumnya harus dilakukan pengujian terhadap sistem pengukuran agar data hasil pengukuran dapat dinyatakan valid dan kesimpulan yang diambil dapat sesuai dengan kenyataan yang ada pada proses tersebut. Untuk melakukan analisa sistem pengukuran menggunakan *Gauge R&R* tipe 1 sebagai alat bantu.
3. Menganalisa dan menentukan akar permasalahan (*Analyze*)
Analyze dilakukan dengan cara membuat peta kendali MEWMA untuk mengontrol target (*mean*) proses. Jika proses tidak terkendali maka dilakukan pengumpulan faktor-faktor penyebab yang potensial menggunakan *pareto chart* dan diagram *fishbone*
4. Membuat kesimpulan dari hasil analisis yang telah dilakukan.
5. Memperbaiki proses (*Improve*)
Improve dilakukan dengan cara membuat tabel FMEA, kemudian memberikan saran perbaikan untuk mengurangi cacat dalam proses produksi kepada pihak perusahaan.

Berikut adalah diagram alir penelitian yang disajikan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Kualitas Produk Deo Go! Potato

Deskripsi karakteristik kualitas pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui rata-rata dan variabilitas hasil proses produksi biskuit Deo Go! Potato. Berdasarkan data produksi Deo Go! Potato jenis Deo pada bulan Februari hingga Maret 2017 diperoleh hasil pada Tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1 Deskripsi Hasil Proses Produksi Biskuit Deo Go! Potato

Karakteristik Kualitas	Satuan	Spesifikasi	Rata-rata	Varians	Maks	Min	Cacat
Berat	gr	9,5 - 10,5	10,026	0,0214	10,51	9,03	0,56%
Diameter Horizontal	mm	54 - 56	55,685	0,0529	56,43	54,6	2%
Diameter Vertikal	mm	54 - 56	55,399	0,0559	55,99	54,36	0
Ketebalan	mm	5,5 – 6,5	6,3073	0,0225	6,92	5,20	2,89%

Tabel 4.1 menyajikan deskripsi hasil proses produksi biskuit Deo Go! Potato yang melibatkan empat karakteristik kualitas yaitu berat, diameter horizontal, diameter vertikal, dan ketebalan. Semakin *mean* proses mendekati batas spesifikasi, maka semakin banyak *defect* yang dihasilkan. Persentase *defect* paling besar terindikasi pada karakteristik ketebalan, sedangkan persentase *defect* yang paling sedikit yaitu pada karakteristik berat. Sementara itu, varians dari keempat karakteristik kualitas tersebut nilainya kecil yang berarti data hasil proses produksi semakin seragam atau cenderung mendekati nilai *mean*.

4.2 Analisis Six Sigma

Pada penelitian ini menggunakan pendekatan *Six Sigma* dengan metodologi DMAIC untuk memberikan saran perbaikan proses produksi kepada pihak perusahaan sehingga diharapkan jumlah dan hasil proses produksi yang tidak standar (*defect*) akan berkurang. Berikut ini merupakan fase-fase pada metodologi DMAIC.

4.2.1 Define

Permasalahan yang terjadi pada proses produksi yang berkaitan dengan karakteristik kualitas biskuit diuraikan pada Bab I. Selanjutnya pada bab ini, kegiatan yang dilakukan yaitu membuat pernyataan tujuan (*goal statement*), membuat diagram SIPOC, dan membuat histogram dari masing-masing karakteristik kualitas. Berikut ini merupakan pernyataan tujuan dari proyek *Six Sigma*.

Tabel 4.2 *Goal Statement* Proyek *Six Sigma*

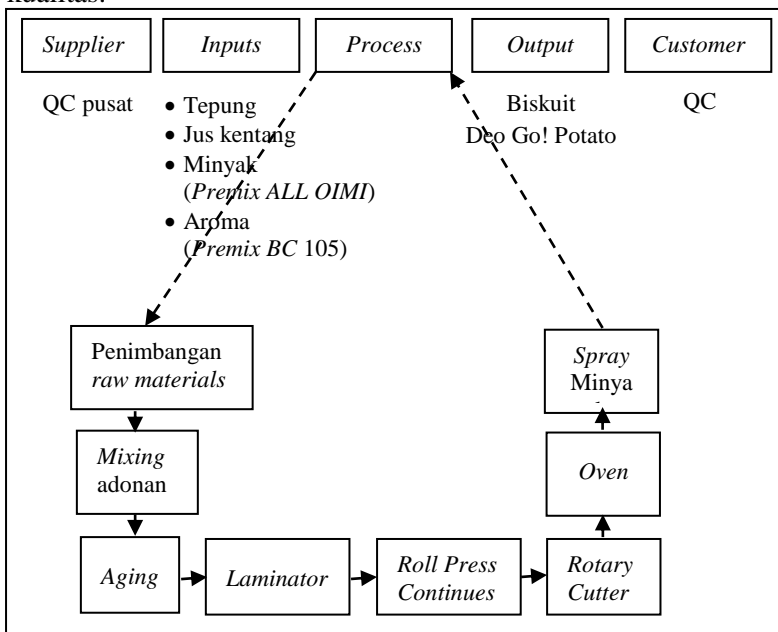
Informasi Penelitian dan Tim Peneliti			
Nama Proyek	Pengendalian dan Peningkatan Kualitas Produk Deo Go! Potato Menggunakan Metode <i>Six Sigma</i> di PT. Siantar Top, Tbk	Lokasi Proyek	Divisi Biskuit PT. Siantar Top, Tbk
Nama Peneliti	Luluk Mukarromah	Institusi Peneliti	Jurusan Statistika, FMIPA, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Inspektur	Imron Ashari	Pembimbing	Drs. Haryono, MSIE dan Diaz Fitra Aksioma, M.Si
Proyek Mulai	17 Februari 2017	Proyek Berakhir	Juni 2017
Pernyataan Masalah		Pernyataan Tujuan	
Selama bulan Februari hingga Maret 2017, hasil proses produksi yang <i>defect</i> adalah sebesar 5,45% atau jika dikonversikan ke dalam level <i>sigma</i> menjadi 3,10 <i>sigma</i> , sehingga terdapat <i>gap</i> sebesar 3,45% dari target maksimal <i>defect</i> yang ditetapkan perusahaan yaitu 1% per bulan.		Tujuan proyek ini adalah menghitung tingkat <i>sigma</i> proses produksi biskuit Deo Go! Potato saat ini, kemudian menentukan faktor-faktor yang menyebabkan produk tidak sesuai spesifikasi. Setelah itu, proyek ini akan memberikan saran perbaikan proses kepada PT. Siantar Top, Tbk khususnya bagian <i>quality control</i> divisi biskuit untuk mengurangi <i>defect</i> dalam proses supaya dibawah target 1%.	

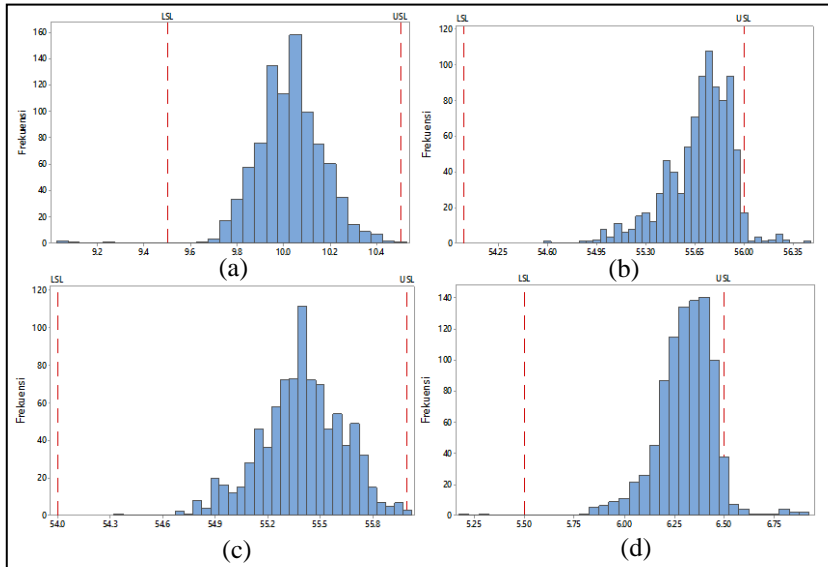
Tabel 4.2 *Goal Statement* Proyek Six Sigma (Lanjutan)

Lingkup Proyek
Lingkup proyek ini adalah karakteristik kualitas pada proses produksi yang dilakukan pengukuran yaitu berat, diameter horizontal, diameter vertikal, dan ketebalan biskuit.

Setelah membuat *goal statement*, maka kegiatan selanjutnya adalah membuat diagram SIPOC dari proses produksi biskuit Deo Go! Potato. Operator QC dianggap sebagai pelanggan internal (*internal customer*) yang menerima *output* untuk keperluan inspeksi. Diagram SIPOC disajikan pada Gambar 4.1.

Selain itu, peneliti juga membuat histogram dari masing-masing karakteristik kualitas yang ditampilkan pada Gambar 4.2. Histogram tersebut bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan yang terjadi pada masing-masing karakteristik kualitas.

**Gambar 4.1** Diagram SIPOC Proses Produksi Deo Go! Potato



Gambar 4.2 Histogram (a) Berat, (b) Diameter Horizontal, (c) Diameter Vertikal, (d) Ketebalan

Gambar 4.2 menunjukkan bahwa penyebaran data melebar ke kiri atau ke kanan dari nilai tengah sehingga terlihat melampaui batas-batas spesifikasi (LSL dan USL), kecuali pada histogram untuk diameter vertikal yang sebaran datanya berada di dalam batas-batas spesifikasi dan berbentuk simetri. Pada histogram untuk karakteristik berat, diameter horizontal, dan ketebalan menunjukkan bagian dari hasil produk ada yang tidak memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan sehingga menyebabkan masalah kualitas. Dengan demikian dapat dikatakan proses produksi menghasilkan produk yang tidak sesuai spesifikasi.

4.2.2 *Measure*

Fase kedua pada metodologi DMAIC adalah *measure*. Kegiatan yang dilakukan pada fase ini yaitu menghitung nilai DPMO yang kemudian dikonversikan ke dalam tingkat *sigma*, dan menguji sistem pengukuran menggunakan *Gauge R&R*.

Tabel 4.3 berikut menunjukkan nilai DPMO dan tingkat *sigma* pada proses produksi Deo Go! Potato.

Tabel 4.3 Analisis *Sigma* Proses Produksi Biskuit Deo Go! Potato

Karakteristik Kualitas	Jumlah Unit Pengamatan	Jumlah Produk Cacat	DPMO	<i>Sigma</i>
Berat (x_1)	900	5	5.556	4,04
Diameter Horizontal (x_2)		18	20.000	3,55
Diameter Vertikal (x_3)		0	0	0
Ketebalan (x_4)		26	28.889	3,40
Jumlah	900	49	13.611	3,71

Keterangan: tiap unit pengamatan terdiri dari 5 pcs biskuit

Nilai tingkat *sigma* pada proses produksi biskuit Deo Go! Potato keseluruhan sebesar 3,71 *sigma*. Nilai ini berada jauh dibawah nilai tingkat *sigma* maksimal yaitu 6 sehingga masih harus ditingkatkan. Diperoleh nilai DPMO keseluruhan sebesar 13.611 yang berarti bahwa dalam satu juta produk yang dihasilkan terdapat sebanyak 13.611 produk yang tidak standar (*defect*). Hal ini menunjukkan bahwa frekuensi dihasilkannya *defect* masih tinggi.

Nilai tingkat *sigma* terendah adalah 3,40 *sigma* pada karakteristik ketebalan (x_4) dengan nilai DPMO sebesar 28.889. Artinya dalam satu juta produk yang dihasilkan, ditemukan sebanyak 28.889 produk yang *defect*. Oleh karena nilai DPMO terbesar disebabkan oleh variabel x_4 , maka penelitian ini difokuskan pada karakteristik ketebalan.

Langkah selanjutnya pada fase *measure* setelah menghitung nilai DPMO dan tingkat *sigma* adalah menguji sistem pengukuran terutama kemampuan alat ukur untuk melakukan pengukuran yang mendekati nilai sebenarnya dari masing-masing karakteristik kualitas. Untuk melakukan analisisnya dapat menggunakan *Gauge R&R* tipe 1. Hasil *output Gauge R&R* tipe 1 untuk masing-masing karakteristik kualitas dapat dilihat pada

Lampiran B. Berdasarkan hasil *output Gauge R&R* tipe 1 didapatkan nilai % Var (*Repeatability*) sebagai berikut.

Tabel 4.4 *Gauge R&R Type 1* Pada Karakteristik Kualitas Deo Go! Potato

	Karakteristik Kualitas			
	X1	X2	X3	X4
%Var (<i>Repeatability</i>)	17,57%	13,80%	14,20%	18,01%

Nilai % Var (*Repeatability*) dari semua variabel karakteristik kualitas berada diantara 10% dan 30%. Menurut AIAG, apabila nilai % Var (*Repeatability*) diantara 10% dan 30% maka sistem pengukuran yang digunakan bisa diterima (*acceptable*) dengan syarat tertentu. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa alat ukur yang digunakan sudah baik.

4.2.3 *Analyze*

Fase berikutnya adalah *analyze* yang bertujuan untuk mengidentifikasi sumber-sumber penyebab kecacatan produk. Pada fase ini dilakukan beberapa kegiatan yaitu membuat peta kendali MEWMA, *pareto chart*, dan diagram *fishbone*.

4.2.3.1 Peta Kendali MEWMA Proses Produksi Deo Go! Potato

Sebelum membuat peta kendali MEWMA, maka dilakukan pengujian korelasi untuk mengetahui adanya hubungan antar variabel karakteristik kualitas pada proses produksi biskuit Deo Go! Potato menggunakan uji *Bartlett* dengan hipotesis sebagai berikut.

H_0 : Tidak ada korelasi antar karakteristik kualitas

H_1 : Ada korelasi antar karakteristik kualitas)

Berikut merupakan hasil uji *Bartlett*.

Tabel 4.5 Hasil Uji *Bartlett*

<i>Bartlett's Test of Sphericity</i>	<i>Approx. Chi-Square</i>	86,659
	<i>Df</i>	6
	<i>Sig.</i>	0,000

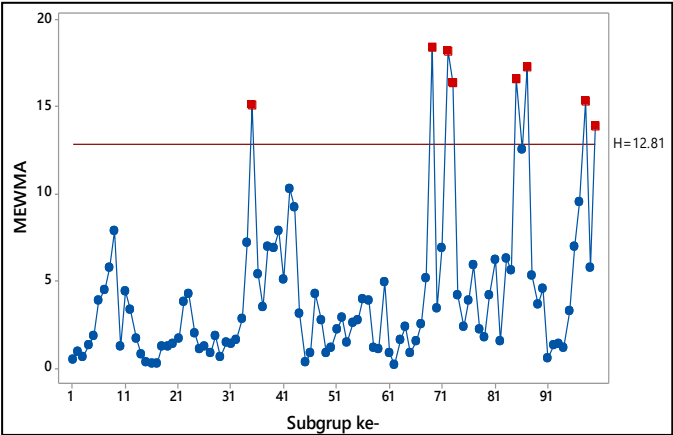
Berdasarkan hasil uji *Bartlett* diperoleh nilai χ^2_{hitung} sebesar 86,659 dengan *p-value* sebesar 0,000. Karena nilai *p-value* $< \alpha$ (0,05) maka H_0 ditolak. Selain itu diperoleh hasil nilai χ^2_{hitung} lebih besar dibandingkan nilai χ^2_{tabel} . Nilai χ^2_{tabel} dengan $df = 6$ adalah 12,59. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan antar karakteristik kualitas biskuit Deo Go! Potato yaitu berat, diameter horizontal, diameter vertikal, dan ketebalan.

Setelah asumsi korelasi pada karakteristik-karakteristik kualitas terpenuhi, maka dapat dilakukan pengendalian terhadap pergerakan *mean* proses dengan peta kendali MEWMA. Pada penelitian ini data tidak dibagi menjadi dua bagian, namun langsung dibuat peta kendali MEWMA. Pergeseran rata-rata proses produksi biskuit Deo Go! Potato pada bulan Februari hingga Maret 2017 sebesar 1,71727. Pembuatan peta kendali MEWMA menggunakan berbagai macam nilai pembobot (λ) sesuai dengan penelitian Prabhu & Runger (1997) dalam Montgomery (2012) karena tidak adanya pembobotan dari perusahaan, yaitu antara 0,05 dan 0,1 hingga 0,8 (dengan selisih 0,1). Pada penelitian ini digunakan nilai $ARL=90$ pada masing-masing pembobot. Kemudian membandingkan hasil peta kendali MEWMA dengan berbagai nilai pembobot untuk mengetahui nilai pembobot yang paling optimal terhadap pengendalian proses produksi. Perbandingan beberapa peta kendali MEWMA dengan berbagai nilai pembobot dapat dilihat pada Lampiran C. Hasil pengamatan dari 9 peta kendali MEWMA dengan nilai pembobot yang berbeda-beda menunjukkan ada yang berubah yaitu jarak antara titik pengamatan dengan batas pengendali atas (Montgomery, 2012). Kriteria untuk memilih nilai pembobot yang optimal adalah dengan menghitung jarak minimum antara titik pengamatan maksimal dengan batas pengendali atas (H).

Tabel 4.6 Selisih Titik Pengamatan Maksimal dengan H

λ	Titik Pengamatan Maksimal	H	Selisih
0,05	16,72	8,75	7,97
0,1	21,03	10,45	10,58
0,2	20,98	11,77	9,21
0,3	21,50	12,34	9,16
0,4	19,70	12,64	7,06
0,5	18,43	12,81	5,62
0,6	19,30	12,91	6,39
0,7	19,68	12,97	6,71
0,8	19,65	13,01	6,64

Berdasarkan Tabel 4.6 dapat dilihat bahwa nilai pembobot yang optimal untuk peta kendali MEWMA adalah 0,5 karena memiliki selisih yang paling kecil yaitu 5,62. Hal tersebut berarti bahwa terdapat titik pengamatan yang mendekati batas kendali atas dengan jarak 5,62 pada peta kendali MEWMA dengan pembobot 0,5. Nilai pembobot akan mempengaruhi sensitifitas peta kendali MEWMA dalam mendeteksi adanya *outlier* atau titik pengamatan yang tidak terkendali seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.3.

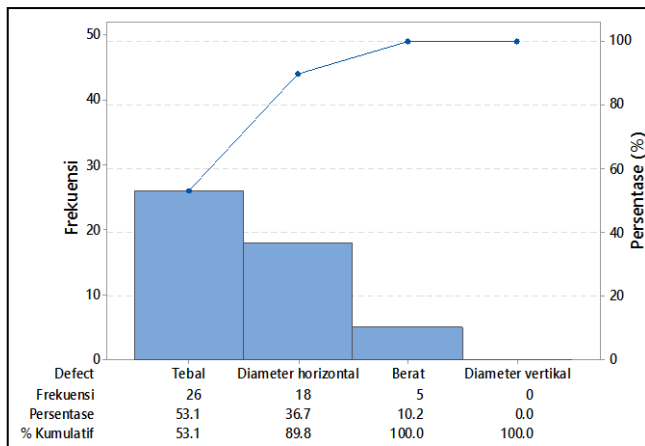


Gambar 4.3 Peta Kendali MEWMA dengan pembobot 0,5

Pada peta kendali MEWMA terlihat pengamatan yang berada di luar batas pengendali atas (H) yaitu sebanyak 8 pengamatan yaitu pengamatan ke 35, 69, 72, 73, 85, 87, 98, dan 100 sehingga menyebabkan rata-rata proses tidak terkendali secara statistik. Subgrup yang keluar batas kendali tersebut terjadi pada tanggal 22, 27, 28 Februari dan 1 Maret 2017. Titik-titik subgrup *out of control* tersebut harus dicari penyebabnya terlebih dahulu sebelum melakukan *improvement* dan akan dijelaskan pada Sub bab 4.2.3.3.

4.2.3.2 Pareto Chart dari Defect pada Proses Produksi Deo Go! Potato

Jenis *defect* pada proses produksi biskuit Deo Go! Potato adalah karakteristik berat, diameter, dan tebal tidak standar. Gambar 4.5 berikut ini merupakan hasil identifikasi jenis *defect* dengan menggunakan *pareto chart*.



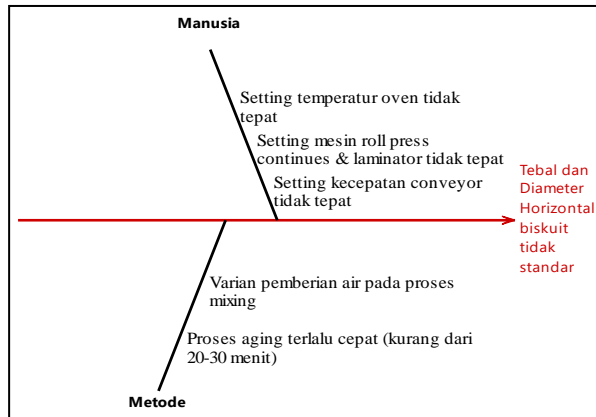
Gambar 4.4 Pareto Chart Jenis Defect pada Proses Produksi Deo Go! Potato

Sebagian besar *defect* pada proses produksi Deo Go! Potato disebabkan oleh jenis *defect* berupa tebal biskuit tidak standar dengan nilai kumulatif sebesar 53,1%. Kemudian jenis *defect* diameter horizontal biskuit tidak standar merupakan jenis

defect terbanyak kedua yaitu 36,7%, sedangkan jenis *defect* berat biskuit tidak standar hanya 10,2%. Selanjutnya, perbaikan proses lebih memfokuskan pada jenis *defect* terbanyak yaitu tebal dan diameter horizontal tidak standar untuk dianalisis akar permasalahannya dengan diagram *fishbone*.

4.2.3.3 Diagram *Fishbone* untuk Jenis *Defect* Ketebalan dan Diameter

Penerapan peta kendali MEWMA pada proses produksi biskuit Deo Go! Potato dalam keadaan tidak terkendali. Setelah ditelusuri dengan *pareto chart* diketahui dari beberapa jenis *defect* diakibatkan karena tebal dan diameter horizontal biskuit tidak standar. Gambar 4.6 berikut menunjukkan diagram *fishbone* yang menunjukkan penyebab-penyebab tebal dan diameter horizontal biskuit tidak standar berdasarkan hasil *brainstorming* dengan kepala bagian *quality control* divisi biskuit di PT. Siantar Top, Tbk.



Gambar 4.6 Diagram *Fishbone* Penyebab Tebal dan Diameter Horizontal Biskuit Tidak Standar

4.2.4 *Improve*

Fase *improve* merupakan fase keempat dalam metodologi DMAIC. Pada fase ini akar penyebab dari masalah kualitas akan digunakan untuk menetapkan rencana perbaikan dengan membuat FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) yang ditunjukkan pada Tabel 4.7 . Pemberian skor *S*, *O*, dan *D* pada tabel FMEA dilakukan oleh inspektor perusahaan yaitu kepala bagian *quality control*. Prioritas perbaikan proses dilihat dari nilai RPN (*Risk Priority Number*) terbesar. Nilai RPN terbesar menunjukkan penyebab potensial tebal dan diameter horizontal biskuit tidak standar, yaitu setting temperatur oven pada zona I, II, III, dan IV tidak tepat dan varian pemberian air saat *mixing* adonan . Usulan perbaikan yang diajukan pada pihak perusahaan untuk mengurangi jumlah *defect* pada proses produksi adalah sebagai berikut.

Tabel 4.7 FMEA untuk Jenis *Defect* Tebal dan Diameter Horizontal Tidak Standar

Karakteristik Kualitas	Efek Kegagalan Potensial	Modus Kegagalan Potensial	Penyebab Potensial	Nilai			RPN	Rekomendasi
				<i>S</i>	<i>O</i>	<i>D</i>		
Tebal	Tebal biskuit over/kurang standar	Biskuit terlalu mengembang	Setting temperatur oven pada zona I, II, III, dan IV tidak tepat	7	8	5	280	Pemberian latihan kepada operator cara mengoperasikan oven
		Ketebalan <i>sheet</i> adonan tidak merata	Setting mesin <i>roll press continues</i> dan <i>laminator</i> tidak tepat	3	3	3	27	Pemberian latihan kepada operator cara mengoperasikan mesin <i>roll press continues</i> dan <i>laminator</i>

Tabel 4.7 FMEA untuk Jenis *Defect* Tebal dan Diameter Horizontal Tidak Standar (Lanjutan)

Karakteristik Kualitas	Efek Kegagalan Potensial	Modus Kegagalan Potensial	Penyebab Potensial	Nilai			RPN	Rekomendasi
				S	O	D		
Diameter horizontal	Diameter horizontal biskuit over/ kurang standar	Proses <i>aging</i> terlalu cepat (kurang dari 20-30 menit)	3	2	3	18	18	Proses <i>aging</i> terlalu cepat (kurang dari 20-30 menit)
		Adonan tidak stabil	Varian pemberian air	4	2	5	40	Membuat intruksi kerja mengenai pemakaian air sesuai kadar air adonan
		Diameter tertarik dan melebar	Pergantian antara <i>belt conveyor</i> dan <i>net oven</i>	2	2	2	8	Pemberian latihan kepada operator cara men-setting kecepatan mesin

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang diperoleh pada bab sebelumnya, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Level *sigma* proses produksi biskuit Deo Go! Potato pada bulan Februari hingga Maret 2017 adalah sebesar 3,71 *sigma* dengan DPMO sebesar 13.611, artinya dalam satu juta produk yang dihasilkan terdapat sebanyak 13.611 produk yang tidak standar (*defect*).
2. Tebal dan diameter horizontal tidak standar merupakan jenis *defect* terbanyak pada proses produksi biskuit Deo Go! Potato yaitu mencapai 89,8%, sehingga menjadi fokus permasalahan. Faktor-faktor yang paling berpengaruh terhadap jenis *defect* tersebut adalah faktor manusia dan metode.

5.2 Saran

Saran untuk PT. Siantar Top, Tbk dan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut.

1. Pengukuran karakteristik kualitas sebaiknya dilakukan oleh 2 operator atau lebih sehingga dapat menghitung nilai *Gauge reproducibility*.
2. Saran yang diberikan untuk perbaikan proses produksi adalah memberikan pelatihan kepada karyawan cara mengoperasikan oven, membuat intruksi kerja terkait pemakaian air pada proses *mixing* adonan, memberikan latihan cara mengoperasikan mesin *laminator* dan *roll press continues*. Selain itu, perlu digunakannya alat bantu berupa *timer* pada proses *aging* dan pemberian latihan cara mensetting kecepatan mesin *conveyor*.
3. Penelitian selanjutnya disarankan agar membuat penjadwalan yang baik dan memperhatikan waktu penelitian supaya siklus DMAIC dapat dilakukan secara keseluruhan.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

- Arinda, A., Mustafid, & Mukid, M. A. (2016). Penerapan Diagram Kontrol Multivariate Exponentially Weighted Moving Avarage (MEWMA) Pada Pengendalian Karakteristik Kualitas Air. *Gaussian*, 5, 31-40.
- Brook, Q. (2004). *Six Sigma and MINITAB - A Tool Box Guide for Managers, Black Belts, and Green Belts*. London: QSB Consulting Ltd.
- Chrysler Motors, GM Company, Ford Motors Company. (2010). *Measurement Systems Analysis Reference Manual* (4th ed.). Detroit, Michigan, United States of America: Automotive Industry Action Group.
- Degu, Y. M., & Moorthy, R. S. (2014). Implementation of Machinery Failure Mode and Effect Analysis in Amhara Pipe Factory P.L.C, Bahir Dar, Ethiopia. *American Journal of Engineering Research (AJER)*, 03 (01), 57-63.
- Evans, J. R., & Lindsay, W. M. (2007). *Pengantar Six Sigma: An Introduction to Six Sigma & Process Improvement*. (A. R. Fitriati, Penerj.) Jakarta: Salemba Empat.
- Gaspersz, V. (2002). *Pedoman Implementasi Six Sigma Terintegrasi Dengan ISO 9001:2000, MBNQA dan HACCP*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Hamed, M. S. (2016). Average Run Length Performance for Multivariate Exponentially Weighted Moving Avarage Control Chart Procedure with Application. *International Journal of Computing and Optimization*, 3, 33-61.
- Hapsari, P. O. (2009). *Penerapan Diagram Kontrol MEWMA dan MEWMV Pada Proses Produksi Coca-Cola 1,5 L PT. Coca-Cola Bottling Indonesia Jawa Timur*. Jurusan Statistika. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

- Hosea, S., & Anne, D. (2013). Upaya Peningkatan Kualitas A Keramik Murano Pada PT Y Dengan Filosofi Six Sigma. *Jurnal Titra*, 1, 27-32.
- Kolarik, W. J. (1995). *Creating Quality: Concepts, Systems, Strategies, and Tools*. New York: McGraw-Hill.
- Montgomery, D. C. (2012). *Introduction to Statistical Quality Control* (7th ed.). United States of America: John Wiley and Sons, Inc.
- Morisson, D. (2005). *Multivariate Statistical Methods* (2nd ed.). United States of America: The Wharton School University of Pennsylvania.
- Rakasiwi, H. P. (2014). *Analisis Six Sigma Pada Produk Casing Pompa Sebagai Metode Perbaikan Kualitas (Studi Kasus: PT. Zenith Allmart Precisindo)*. Jurusan Statistika. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Reynolds, M. R., & Stoumbos, Z. G. (2008). Combinations of Multivariate Shewhart and MEWMA Control Charts for Monitoring the Mean Vector and Covariance Matrix. *Quality Technology*, 40, 381-393.
- Roth, T. (2016). *Working with the Quality Tools Package*. Dipetik 5 Maret 2017, dari Quality Tools in R: <http://www.r-qualitytools.org>
- Rumana, P., & Desai, D. A. (2014). Review Paper: Quality Improvement through Six Sigma DMAIC Methodology. *International Journal of Engineering Sciences & Research Technology*, 3, 169-175.
- Stamatis, D. H. (2002). *Six Sigma and Beyond: Design for Six Sigma* (Vol. VI). Boca Raton, Florida: CRC Press.
- Stamatis, D. H. (2001). *Six Sigma and Beyond: Foundations of Excellent Performance* (Vol. I). Boca Raton, Florida: CRC Press.

Susetyo, J., Winarni, & Hartanto, C. (2011). Aplikasi Six Sigma DMAIC dan Kaizen Sebagai Metode Pengendalian dan Perbaikan Kualitas Produk. *Jurnal Teknologi*, 4, 78-87.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Proses Produksi Biskuit Deo Go! Potato

Tanggal Produksi	Subgrup	Berat	Diameter Horizontal	Diameter Vertikal	Tebal
17-02-2017	1	10,09	55,73	55,7	6,27
		9,89	55,91	55,17	6,49
		10,11	55,6	55,7	6,41
		9,97	55,68	55,47	6,34
		10,04	55,97	55,41	5,88
		9,91	55,7	55,31	6,27
		9,97	55,96	54,89	6,21
		10,1	55,54	55,15	6,27
		9,96	55,62	55,12	6,4
	2	10,12	55,71	55,24	6,23
		10,07	55,84	55,41	6,14
		9,98	55,56	54,89	6,27
		9,91	55,91	55,72	6,2
		9,88	55,57	55,43	6,22
		10,09	55,86	55,38	6,28
		10,03	55,46	55,15	6,3
		10,11	55,72	55,38	6,29
		10,04	55,44	55,11	6,23
	3	10,07	55,83	55,49	6,42
		10,05	55,9	55,52	6,36
		10,02	55,76	55,44	6,24
		10,08	55,81	55,46	6,26
		9,96	55,67	55,35	6,18
		10,03	55,69	55,3	6,13
		10,12	55,62	55,37	6,38
		10,06	55,75	55,39	6,41
		10,14	55,39	54,88	6,27
	4	9,99	55,67	55,35	6,19
		9,88	55,84	55,39	6,35
		9,76	55,72	55,3	6,24
		9,83	55,94	55,61	6,25

Lampiran 1 (Lanjutan)

Tanggal Produksi	Subgrup	Berat	Diameter Horizontal	Diameter Vertikal	Tebal
	4	10,03	55,78	55,52	6,17
		9,8	55,69	55,4	6,24
		9,91	55,54	55,25	6,28
		10,07	55,64	55,29	6,33
		9,86	55,63	55,3	6,31
	5	9,91	55,7	55,42	6,38
		10,12	55,97	55,54	6,36
		10,01	56,04	55,68	6,28
		10,04	55,98	55,45	6,44
		10,14	55,95	55,49	6,4
		10,15	55,91	55,4	6,24
		9,99	55,88	55,41	6,2
		9,98	55,99	55,34	6,23
		10,03	55,89	55,52	6,21
	6	10,05	55,9	55,43	6,43
		10,16	55,83	55,13	6,56
		9,95	55,94	55,6	6,39
		10,16	55,95	54,96	6,47
		10,23	55,79	55,41	6,35
		10,03	55,92	55,16	6,4
		10,05	55,63	55,21	6,43
		9,97	55,53	55,06	6,39
		9,81	55,75	54,95	6,5
	7	10	55,96	55,27	6,37
		10,11	55,75	55,51	6,43
		10,13	55,81	55,43	6,4
		10,06	55,65	55,11	6,43
		10,1	55,72	55,4	6,53
		9,92	55,83	55,35	6,41
		10	55,69	55,09	6,39
		10,05	55,75	55,3	6,42
		9,97	55,8	55,41	6,4

Lampiran 1 (Lanjutan)

Tanggal Produksi	Subgrup	Berat	Diameter Horizontal	Diameter Vertikal	Tebal
	8	10,06	55,95	55,43	6,45
		10,03	55,83	55,62	6,57
		10,16	55,9	55,41	6,48
		10,23	55,75	55,33	6,41
		10,13	55,91	55,62	6,45
		10,07	55,83	55,31	6,4
		10,11	55,83	55,41	6,35
		10,05	55,61	55,11	6,47
		9,9	55,43	54,92	6,46
	9	10,05	58,94	55,47	6,47
		9,9	55,75	55,3	6,39
		9,97	55,81	55,41	6,42
		10,03	55,69	55,21	6,5
		10,11	55,92	55,16	6,37
		9,93	55,41	54,9	6,4
		9,93	55,69	55,33	6,45
		9,95	55,75	55,27	6,38
		10	55,47	55,16	6,92
	10	10,17	55,7	55,24	6,43
		9,96	55,96	55,37	6,17
		10,1	55,64	55,56	5,97
		9,97	55,5	55,21	6,34
		9,89	55,81	55,36	6,13
		10,01	55,78	55,39	6,04
		10,16	55,6	55,36	6,13
		9,99	54,24	54,79	5,88
		9,86	55,69	55,27	6,29
18-02-2017					
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
28-02-2017	90	10,04	55,89	55,49	6,45
		10,07	55,85	55,65	6,43
		9,93	55,9	55,42	6,46
		10,15	55,97	55,58	6,44
		9,99	55,98	55,54	6,44

Lampiran 1 (Lanjutan)

Tanggal Produksi	Subgrup	Berat	Diameter Horizontal	Diameter Vertikal	Tebal
	90	10,05	56	55,65	6,42
		9,93	56,01	55,68	6,46
		9,95	55,76	55,42	6,44
		9,82	55,9	55,29	6,47
	91	10,12	55,79	55,42	6,12
		10,06	55,46	54,81	6,07
		9,96	55,91	55,72	6,18
		10,11	55,86	55,76	6,22
		10,09	55,43	54,99	6,19
		10,17	55,94	54,72	6,06
		10,21	55,76	55,52	6,11
		10,19	55,48	55,71	6,27
		10,18	55,31	55,67	6,22
	92	10,06	55,76	55,95	6,28
		9,96	55,43	55,62	6,23
		9,87	55,77	55,83	6,27
		10,13	55,88	55,51	6,25
		10,04	55,77	55,28	6,33
		9,95	55,62	55,16	6,19
		9,89	55,77	55,61	6,17
		10,02	55,63	55,72	6,35
		10,07	55,48	55,46	6,24
	93	10,05	55,52	54,89	6,21
		9,95	55,78	55,62	6,13
		9,87	55,44	55,13	6,27
		9,94	55,26	54,87	6,22
		9,9	55,79	55,63	6,25
		10,02	55,83	55,71	6,34
		9,96	55,83	55,5	6,35
		9,88	55,46	55,17	6,26
		10,07	55,37	55,88	6,2
	94	9,87	56,68	55,47	6,27
		9,96	55,71	55,36	6,31
		10,07	55,96	55,69	6,28

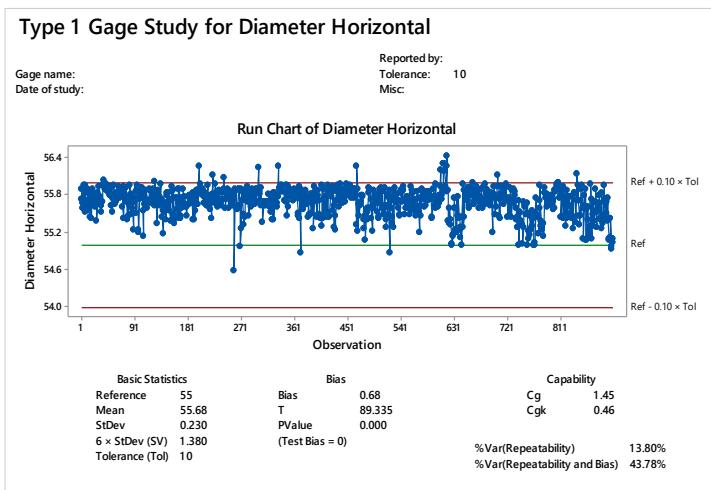
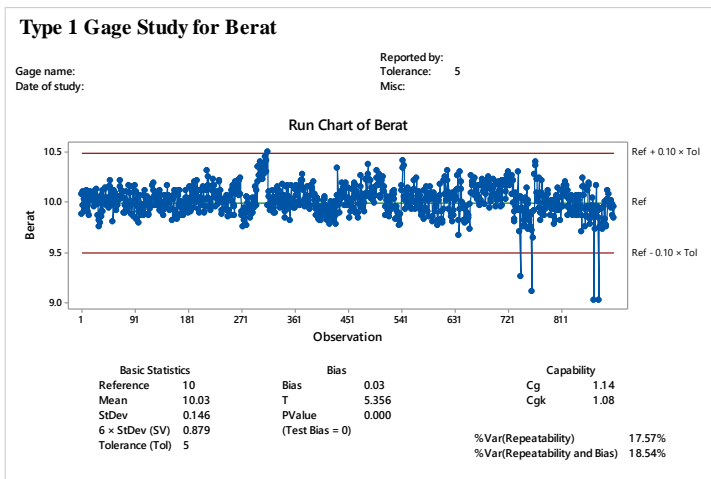
Lampiran 1 (Lanjutan)

Tanggal Produksi	Subgrup	Berat	Diameter Horizontal	Diameter Vertikal	Tebal
1-03-2017	94	10,03	55,72	55,57	6,35
		10,07	55,48	54,81	6,42
		9,94	55,33	54,96	6,18
		9,88	55,72	55,78	6,29
		9,72	55,48	55,9	6,31
		9,96	55,91	55,43	6,29
	95	10,16	55,94	55,51	6,29
		10,25	55,97	55,38	6,25
		10,16	55,6	55,47	6,14
		10,07	55,1	55,25	6,15
		9,76	55,64	55,4	6,06
		9,94	55,8	55,32	6,13
		9,86	55,9	55,22	6,07
		9,86	55,09	55	6,07
		9,96	55,08	55,97	6,18
	96	10,12	55,57	55,37	6,3
		10,2	55,62	55,81	6,11
		10,18	55,4	55,7	6,13
		9,84	55,17	55,4	6,2
		9,79	55,24	55,34	6,35
		9,92	55,3	55,51	6,1
		9,87	55,98	55,8	6,09
		10,05	55,11	55,2	6,14
		9,98	55,73	55,61	6,19
	97	9,94	55,49	55,8	6,49
		9,03	55,3	55,71	6,5
		9,93	55,67	55,89	6,48
		9,74	55,54	55,6	6,14
		9,89	55,38	55,72	6,28
		10,18	55,7	55,81	6,47
		9,93	55,91	55,63	6,46
		9,96	55,28	55,44	6,34
		9,91	55,67	55,82	6,48

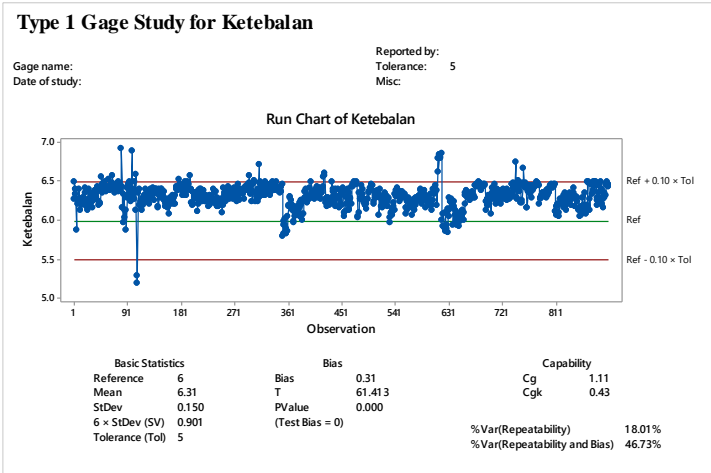
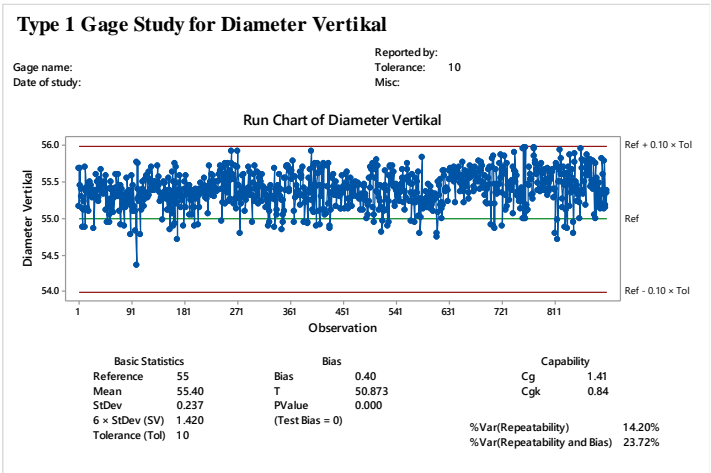
Lampiran 1 (Lanjutan)

Tanggal Produksi	Subgrup	Berat	Diameter Horizontal	Diameter Vertikal	Tebal
	98	9,03	55,54	55,48	6,5
		9,85	55,57	55,53	6,39
		9,75	55,67	55,42	6,46
		9,76	55,8	55,8	6,5
		9,76	55,41	55,06	6,45
		9,94	55,43	55,44	6,5
		9,74	55,83	55,76	6,19
		9,79	55,27	55	6,26
		9,81	55,34	55,42	6,3
	99	9,96	55,48	55,57	6,45
		10,01	55,96	55,2	6,35
		9,84	55,7	55,41	6,21
		9,76	55,42	55,49	6,29
		9,78	55,73	55,23	6,26
		10,01	55,69	55,32	6,49
		10,13	55,7	55,36	6,21
		10,04	55,52	55,15	6,4
		10,09	55,75	55,21	6,17
	100	10,02	55,38	55,84	6,27
		9,98	55,11	55,62	6,3
		10	55,09	55,39	6,35
		10,03	55,12	55,15	6,33
		9,95	55,42	55,8	6,47
		9,99	54,97	55,19	6,45
		9,87	54,94	55,16	6,49
		9,96	55,05	55,36	6,43
		9,85	55,11	55,4	6,46

Lampiran 2 Output Gauge R&R Tipe 1

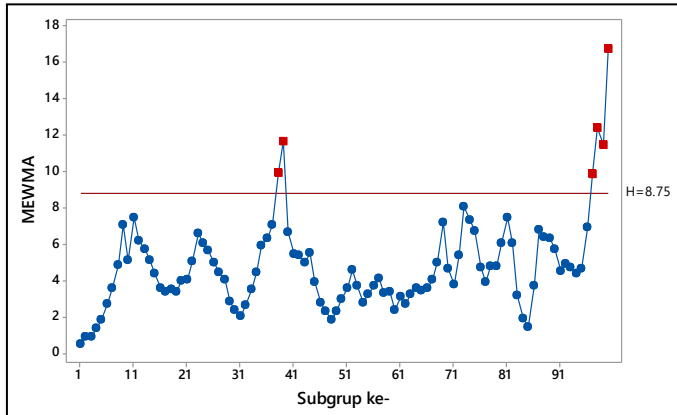


Lampiran 2 (Lanjutan)

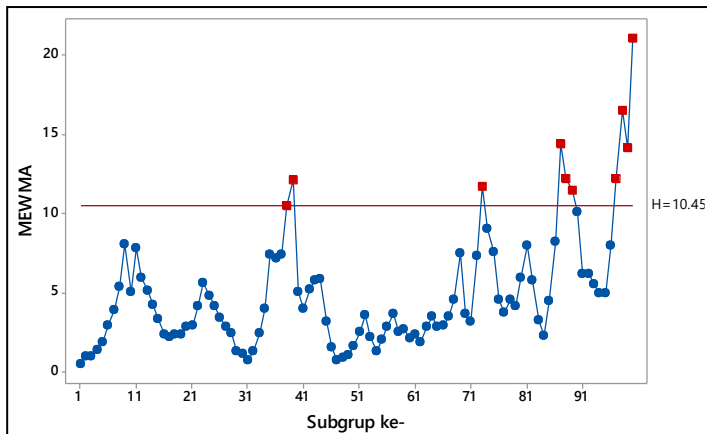


Lampiran 3 Peta Kendali MEWMA untuk Masing-masing Pembobot

1. Peta Kendali MEWMA dengan $\lambda = 0,05$

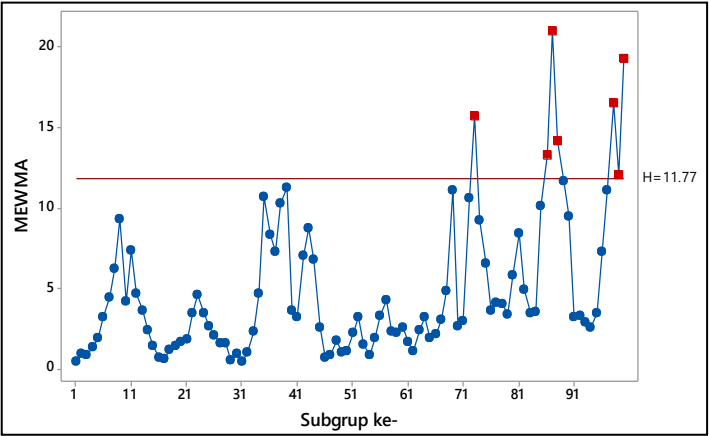


2. Peta Kendali MEWMA dengan $\lambda = 0,1$

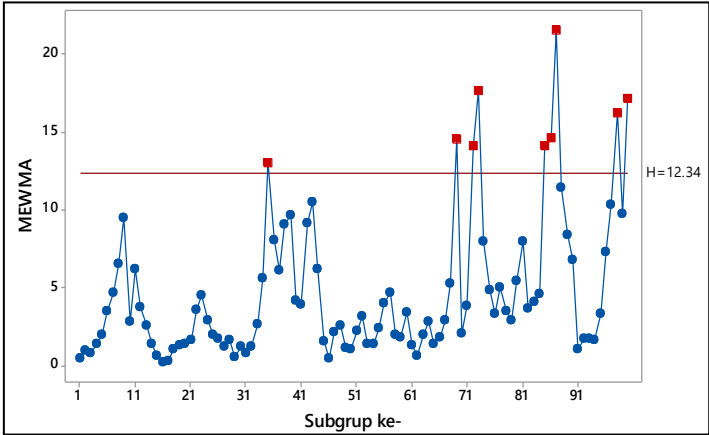


Lampiran 3 (Lanjutan)

3. Peta Kendali MEWMA dengan $\lambda = 0,2$

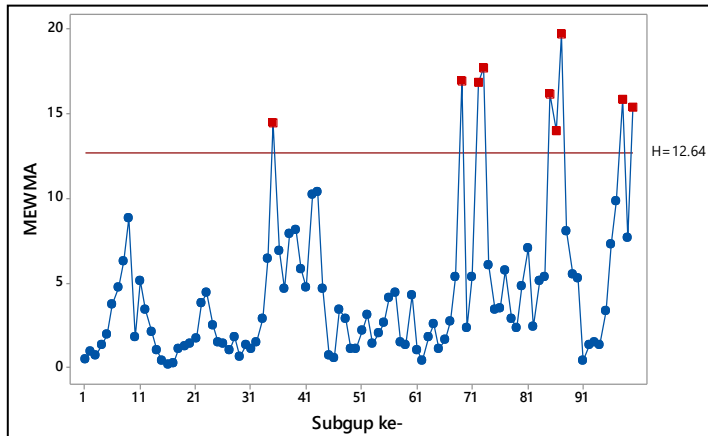


4. Peta Kendali MEWMA dengan $\lambda = 0,3$

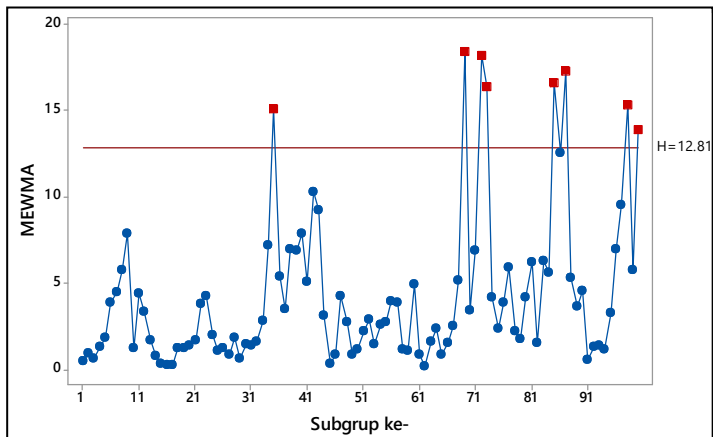


Lampiran 3 (Lanjutan)

5. Peta Kendali MEWMA dengan $\lambda = 0,4$

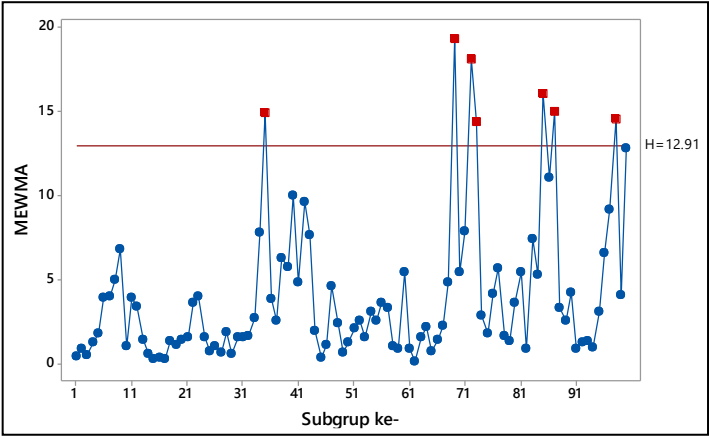


6. Peta Kendali MEWMA dengan $\lambda = 0,5$

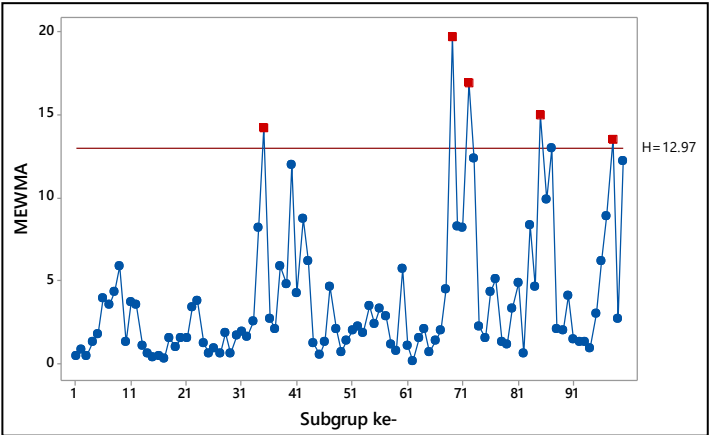


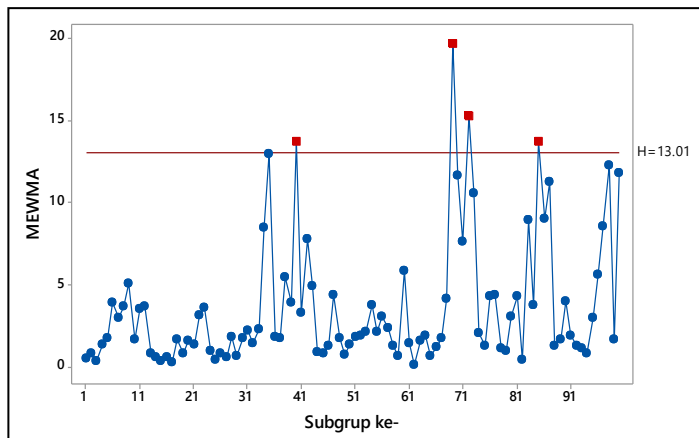
Lampiran 3 (Lanjutan)

7. Peta Kendali MEWMA dengan $\lambda = 0,6$



8. Peta Kendali MEWMA dengan $\lambda = 0,7$



9. Peta Kendali MEWMA dengan $\lambda = 0,8$ 

Lampiran 4 Surat Pernyataan Data Tugas Akhir**SURAT KETERANGAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan bahwa :

1. Mahasiswa Statistika FMIPA-ITS dengan identitas berikut :

Nama : Luluk Mukarromah

NRP : 1313100070

Telah mengambil data di instansi/perusahaan kami :

Nama Instansi : PT. Siantar Top, Tbk

Divisi/ bagian : Biskuit/ Quality Control

sejak tanggal 17 Februari 2017 sampai dengan 2 Maret 2017 untuk keperluan Tugas Akhir/ ~~Thesis Semester Gasal~~ Genap* 2016/ 2017.

2. Tidak Keberatan/~~Keberatan~~* nama perusahaan dicantumkan dalam Tugas Akhir/ Thesis mahasiswa Statistika yang akan di simpan di Perpustakaan ITS dan dibaca di lingkungan ITS.
3. Tidak Keberatan/~~Keberatan~~* bahwa hasil analisis data dari perusahaan dipublikasikan dalam E journal ITS yaitu Jurnal Sains dan Seni ITS.

Sidoarjo, Juni 2017
Pimpinan Perusahaan



Imron Ashari

NIP

*(coret yang tidak perlu)

BIODATA PENULIS



Penulis, Luluk Mukarromah yang dipanggil dengan sapaan Luluk merupakan anak kedua dari dua bersaudara dan lahir pada 1 Juli 1996 di Kota Probolinggo, Jawa Timur. Penulis telah menyelesaikan pendidikan formal di SDN 3 Jrebeng Lor, SMPN 5 Probolinggo, SMAN 1 Probolinggo, dan diterima di Jurusan Statistika ITS pada tahun 2013 sebagai angkatan ke 24 (Sigma 24) dengan NRP 1313 100 070.

Selama menjalani masa perkuliahan, penulis pernah terlibat di beberapa kegiatan organisasi yaitu sebagai *volunteer* pada program ITS Bangun Desa, staf divisi perlengkapan pada program KESMA EXPO ITS, staf departemen Talent Management di AIESEC Surabaya, dan sebagai *Organizing Committee President* (OCP) pada program Hometown Project dari AIESEC Indonesia dan Danone Aqua. Selain itu, penulis pernah memiliki pengalaman sebagai campus ambassador OPPO Indonesia. Penulis juga pernah menjadi delegasi pemuda perwakilan Indonesia dalam ASEAN Youth Forum di Universitas Malaya, Malaysia dan dalam World Humanitarian Summit di Doha, Qatar. Dengan penuh kerendahan hati, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari para pembaca. Bagi pembaca yang memiliki saran, kritik atau ingin berdiskusi dengan penulis bisa disampaikan melalui *e-mail* di lu2k_romah@yahoo.com